

URSACHEN UNTERSCHIEDLICHER
KARIÖSER ZERSTÖRUNG DER ZÄHNE
NACH RADIOLOGISCHER THERAPIE

Klaus F. J. Gundacker



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554631_0015

Aus der Radiologischen Klinik und Poliklinik der Universität
München

Vorstand: Prof. Dr. med. J. Lissner

URSACHEN UNTERSCHIEDLICHER KARIÖSER ZERSTÖRUNG DER ZÄHNE
NACH RADIOLOGISCHER THERAPIE

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Klaus F. J. Gundacker
aus
München
Jahr
1986

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. J. Lissner

Mitberichterstatter: 1. Prof. Dr. E. Sonnabend

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: OA Dr. Willich

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

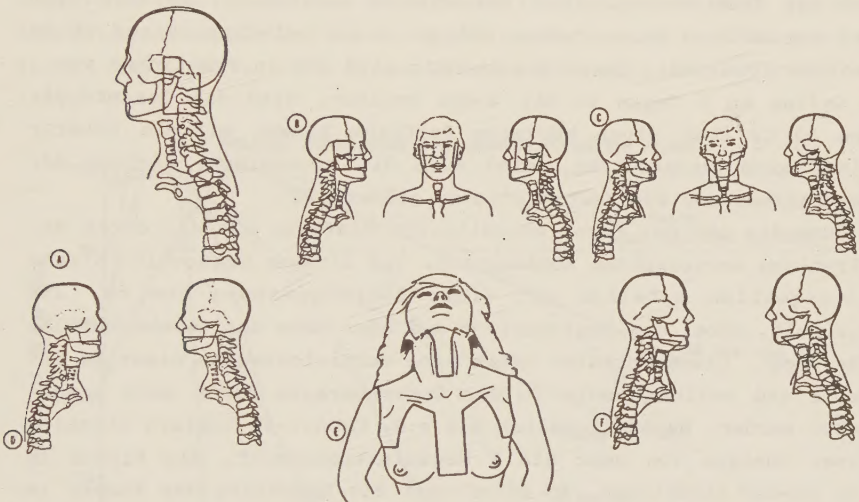
Tag der mündlichen Prüfung: 24.02.1987

INHALTSVERZEICHNIS

I.	Einleitung.	S.01
I.1.	Zusammenfassung der für die Ätiologie der Strahlenkaries an Hand der Literatur disku- tierten Punkte.	S.21
II.	Ziel der Arbeit.	S.22
III.	Patientenkollektiv und Methodik.	S.23
IV.	Ergebnisse.	S.41
IV.1.	Zusammenfassung der Ergebnisse.	S.58
V.	Diskussion.	S.59
VI.	Zusammenfassung.	S.70
VII.	Literaturverzeichnis	S.72
VIII.	Anhang: Fragebogen	S.76
IX.	Lebenslauf	S.83
X.	Danksagung	S.84

EINLEITUNG

Die Behandlung von Patienten mit Kopf- und Halstumoren mit hochdosierter ionisierender Strahlung führt zu erheblichen, schmerzhaften, dysfunktionellen und ästhetischen Störungen in der bestrahlten Region und deren Umgebung.



Common fields of radiation therapy for tumors of head and neck are shown by solid lines. Dotted lines indicate fields when increased dosage is used. A, Parotid field. B, Antrum field. C, Oropharynx field. D, Floor of mouth field. E, Mantle fields for Hodgkin's disease. F, Field for lymphatics of neck.

(ABB.1: Bestrahlungsfelder des Kopf- und Halsbereiches. Aus 20)

Bei allen oben abgebildeten Bestrahlungsfeldern (Abb.1) können als postradiogene Komplikationen Mukositis, Mundtrockenheit, Strahlenkaries und Trismus auftreten. Die Osteoradionekroserate bei Antrumfeldern (B) liegt in Abhängigkeit von der Dosis bei 7 bis 8%. Ältere Bestrahlungstechniken wiesen teilweise Osteoradionekroseraten bei Oropharynxfeldern (C) von bis zu 20% und bei Mundbodenfeldern (D) von bis zu 35 bis 40% der bestrahlten Fälle auf. Abhängig vom Bestrahlungswinkel und der Streuung können auch die Mantelfelder (E) die Speicheldrüsen schädigen und so zu Mund-

trockenheit und Strahlenkaries führen (18). Auch bei der alleinigen Bestrahlung des Halses (F) können oben genannte Komplikationen auftreten (20,25).

Zusätzlich zur Lage der Bestrahlungsfelder werden die postradiogenen Komplikationen durch die Strahlungs-dosis, einseitige oder beidseitige Bestrahlung (Tumoren, die auf oder nahe der Mittellinie des Kopfes liegen, werden meist bilateral bestrahlt) und von der Fraktionierung der Gesamtdosis beeinflusst. Meist liegen die zum Abtöten eines Tumors nötigen Dosen zwischen 60 und 70 Gy (=6000- 7000 rad). Diese Gesamtdosis wird oft in Fraktionen von 2 Gy/Tag an 5 Tagen in der Woche gegeben. Wird die Gesamtdosis von 60 Gy über einen kürzeren Zeitraum hinweg mittels höherer Einzeldosen verabreicht, sind auch die biologische Wirkung der Bestrahlung und die Komplikationen größer (20).

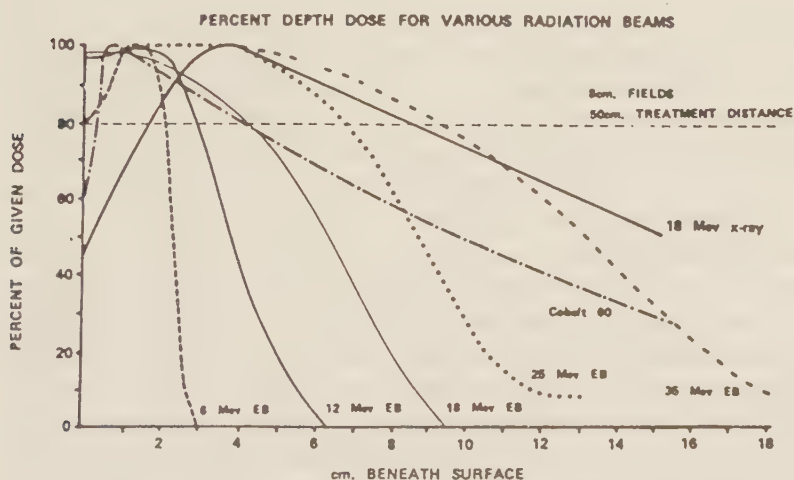
Auch die Art der Strahlenquelle übt Einfluss auf die durch Bestrahlung verursachten Schäden aus. Die älteren Orthovolt- Strahlungsquellen arbeiten mit einer Röhrenspannung von ca. 250 Kilovolt, wobei das Dosismaximum auf oder nahe der Geweboberfläche liegt. Diese Strahlen haben eine vergleichsweise niedrige Energie und sollten heute in der Tumorthherapie nicht mehr eingesetzt werden. Megavoltquellen wie z.B. Cobalt-60 liefern Strahlen einer Energie von mehr als 1 Megaelektronenvolt, die tiefer in die Gewebe eindringen. So beeinflusst die Lagetiefe des Tumors im Gewebe die Wahl der Bestrahlungsquelle, wobei darauf geachtet wird, daß die Höchstdosen der Strahlung den Tumor treffen und andere Gewebe so gut als möglich geschont werden. Auch hochenergetische Elektronen und zum Teil Neutronen werden benützt, um Kopf- und Halstumoren zu behandeln. Radioaktive Implantate, wie Radiumnadeln, erzeugen hohe Strahlungsdosen in ihrer unmittelbaren Umgebung, schonen aber andere Gewebe durch ihre rapide Abnahme der Bestrahlungsintensität auf weitere Entfernung. (Siehe Abb.2,S.3).

Die am häufigsten anzutreffenden postradiogenen Komplikationen im Kopf- und Halsbereich sind:

- a) Mukositis,
- b) Dermatitis, (a und b werden gemeinsam auch als Radioepithelitis bezeichnet)
- c) Trismus
- d) Veränderungen der Geschmacksempfindung

- e) Weichteilnekrosen
- f) Osteoradionekrose
- g) Schädigung des Zahnhalteapparates
- h) Mundtrockenheit
- i) Strahlenkaries

Eine zusätzlich zur Bestrahlung durchgeführte Chemotherapie unterstützt zudem zum Teil durch ihre immunsuppressive und myelosuppressive, zum Teil durch direkte zytotoxische Wirkung viele der oben genannten Effekte (12), die primär oder sekundär Schmerzen erzeugen und so zu Mangelernährung und Gewichtsverlust führen (20), bzw. löst diese Effekte für sich allein schon aus (10).



(ABB.2: Vergleich des Dosisabfalls verschiedener Strahlenarten in Abhängigkeit von der Gewebetiefe. Aus 20)

Eine **Mukositis** tritt bereits während der Bestrahlung auf und ist die Sofortantwort des Gewebes auf den Bestrahlungsreiz (38). Die Mukositis - von Coutard, der die erste detaillierte Beschreibung gab, wurde auch der Begriff Radioepithelitis geprägt (34) - ist gekennzeichnet durch eine charakteristische Rötung der Mundschleimhaut oft schon sofort nach Beginn der Bestrahlung (7), begleitet von schmerzhaften Epithelabschilferungen (7,34) und erhö-

ter Infektionsanfälligkeit, besonders hinsichtlich einer Candidiasis (zit. n. 7). Durch sich zurückziehende Gingiva entstehen freiliegende Zahnhälse, die zusätzlich Schmerzen verursachen, so daß der Patient oft Nahrungsaufnahme und vor allem die zur Tortur werdende Mundhygiene mit der Zahnbürste vernachlässigt (38,34). Die durch das Zähneputzen entstehenden Schleimhautläsionen können in hohem Maße zu Infektion oder chronischen Ulzerationen führen (1). Meist heilt die Mukositis 2-3 Wochen nach Bestrahlungsende von selbst ab, sie kann jedoch auch über längere Zeit bestehen bleiben.

Die **Dermatitis** als Reaktion der Außenhaut auf die radioaktive Strahlung imponiert in der Bestrahlungsregion ähnlich einem Sonnenbrand und wird von vermindertem Gesichtshaarwuchs begleitet, der - je nach verabreichter Dosis - nach Ende der Behandlung langsam wieder zurückkehrt. Bei manchen Patienten löst sich die Epidermis von weiten Bereichen der Haut (45). Wie die Mukositis heilt auch die Dermatitis nach Ende der Behandlung von selbst aus, wobei sowohl bei der Außenhaut wie bei der Schleimhaut Atrophie und Fibrose zurückbleiben (20).

"One of the insidious complications of radiation therapy is fibrosis of the normal soft tissues that fall within the field of radiation." (Aus 20) Eine dieser Folgen der Fibrose besteht in einem fast unmerklichen, aber stetigen Fortschreiten einer sich mehr und mehr verhärtenden Kaumuskulatur, die, wenn nicht Gegenmaßnahmen ergriffen werden, bis zur Unfähigkeit des Patienten zur Mundöffnung führen kann (20). Dieser **Trismus** entwickelt sich gewöhnlich 3-6 Monate nach Bestrahlungsende (zit. n. 45) und wird zunächst durch tonische Kaumuskelspasmen ausgelöst (6), wobei die zunehmende Fibrose die Muskulatur in der verkürzten Stellung verfestigt (zit. n. 45).

Die Fibrose zeigt sich auch an den Gefäßwänden, was zu deren Verdickung und verminderter Blutzufuhr führt. Dies, unterstützt durch starke Mundtrockenheit, resultiert in einer verminderten Fähigkeit der Gewebe zur Heilung und Abwehr von Infektionen. So können kleine Verletzungen der Haut ausgedehnte Weichteilnekrosen auslösen (20) und weiterhin zur Osteoradionekrose führen.

Veränderungen des Geschmacksinns beginnen mit den ersten 240-400 rad (7). Verlust der Fähigkeit des Patienten, Zucker, Hydro-

chlorsäure und Chinin zu schmecken nimmt bei Strahlendosen, die höher als 30 Gy liegen so stark zu, daß 500-8000 fach höhere Konzentrationen oben genannter Stoffe notwendig werden, um eine normale Geschmackssensation auszulösen. Bei Strahlendosen, die 60 Gy überschreiten, kann der Verlust des Geschmackssinnes irreversibel bleiben (7,38). Sobald sich der Patient erholt, kann oft eine 10-fache Besserung innerhalb von 20-60 Tagen nach dem Bestrahlungs-ende beobachtet werden. Die volle Leistungsfähigkeit des Geschmackssinnes stellt sich nach ca. 2-4 Monaten wieder ein (7). Die Ursache der Hypogeusie bzw. der Ageusie liegt wahrscheinlich im Verlust oder der Schädigung der Mikrovilli auf den Zungenpapillen begründet (7).

Die Fibrose der Arteriolen und der Markräume und daraus resultierende verminderte Blutversorgung, mindern die Tätigkeit von Osteoblasten und Osteoklasten. Der bestrahlte Knochen verliert so die Fähigkeit zur Infektionsabwehr und zur Heilung (20,38). Zahnextraktionen post radiationem sind unter diesen Voraussetzungen in vielen Fällen der Auslöser für ausgedehnte Osteoradioneukrosen, die die operative Entfernung großer Kiefertteile notwendig werden lassen. Jedoch ist auch Zahnlosigkeit ein Risikofaktor, da zur notwendigen Wiederherstellung der Kaufunktion des Patienten verwendete Prothesen auf der durch die Bestrahlung ohnehin schon geschädigten Schleimhaut Druckstellen erzeugen können, die als Eintrittspforten für Infektionen des Knochens dienen können (7).

Durch bereits oben erwähnte Störungen der Gewebetrophik kommt es auch zu **Schädigungen des Zahnhalteapparates**. Die ionisierende Bestrahlung induziert eine Reduktion von Osteoblasten und Osteoklasten mit fettiger Degeneration des Knochenmarks (12). Die Gefäßversorgung der Gingiva ist durch Fibrose der Gefäßwände vermindert. Die Wurzelhautfasern verlieren an Zellkernen, die einheitliche Ausrichtung von Kollagenfaserbündeln löst sich auf (12,32). Es entstehen tiefe Zahnfleischtaschen, die Brutstätten von Mikroorganismen sind, denen das abwehrgeschwächte Gewebe das Eindringen in den Knochen kaum verwehren kann. Auch hier ist die Osteoradioneukrose eine gefürchtete Folge.

Der Erhaltung der Zähne kommt jedoch nicht nur aus Gründen der Vermeidung einer Osteoradioneukrose ein gewichtiger Stellenwert in der Behandlung von Patienten mit Tumoren im Kopf- und Halsbereich

zu. Die Sicherung der Kaufähigkeit ist essentiell, um eine ausreichend abwechslungsreiche Ernährung des Patienten zu sichern, der ohnehin durch die Bestrahlungsprozedur in der Regel stark an Gewicht verliert. Spricht man mit dem Tumorpatienten, so ist dieser Verlust an Körpergewicht und somit an Kraft einer der im Vordergrund stehenden psychischen Belastungsfaktoren.

Die hauptsächliche Ursache des postradiogenen Zahnverlustes ist eine rapid fortschreitende Karies, die wegen der ungewöhnlichen Heftigkeit ihres Erscheinungsbildes einen eigenen Namen, nämlich **"Strahlenkaries"**, erhalten hat. Die Behandlung dieses Themas bildet auch den Kernpunkt der vorliegenden Arbeit.

Schon 1911 erschienen in der französischen Literatur die ersten Untersuchungen der Wirkung von Röntgenstrahlen auf verschiedene Gewebe (2). 1922 berichtete Coutard (13) über Strahlenschäden der Weichgewebe des Mundes und des Halses nach Röntgenbestrahlung. 1926 schrieb Leist (30,31) in der deutschen Literatur über die Wirkung der Röntgenstrahlen und des Radiums auf die Zähne. Sonnabend(43) beschreibt in seinem 1962 erschienenen Artikel das typische Bild einer solchen Strahlenkaries: "Bald nach Beginn der Bestrahlung verspürte die Patientin etwa 1 Jahr lang Trockenheit im Munde und hatte in der Folge immer das Bedürfniss viel zu trinken. Vor den Bestrahlungen kannte sie keine Zahndefekte, keine Füllungen und keinen Zahnverlust. 5 Monate nach Beginn und 1 Monat nach Abschluß der Bestrahlung sei beim Essen der Schmelz langsam abgebrochen. 10 Monate nach Beginn der Bestrahlung bot sich uns folgendes Bild:

An sämtlichen Zähnen waren Veränderungen durch Schmelzverluste zu erkennen. Während diese bei den Schneidezähnen vorwiegend am Zahnhals zu beobachten waren, fanden wir sie in ausgeprägtem Maße bei den Prämolaren und Molaren auch im Bereiche der Kau- und Seitenflächen. Dabei konnten zwischen Ober- und Unterkiefer sowie zwischen rechter und linker Seite keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden. Das Dentin war vielfach erweicht, und an den meisten Zähnen war eine Karies zu erkennen. Bei der Vitalitätsprüfung zeigten alle Zähne - teils hypersensibel - eine vitale Reaktion. Trotz einer Gingivitis war keine Zahnlockerung festzustellen." (Aus 43)

Die kariösen Läsionen entstehen sehr schnell. Nach Dreizen und Mitarbeitern (28) sind kleine Kariesstellen schon innerhalb der ersten 3 Monate, fortgeschrittene Zerstörung innerhalb eines Jahres nach dem Beginn der Bestrahlungstherapie sichtbar. Zum Vergleich hierzu braucht eine kariöse Kavität gewöhnlich durchschnittlich 18 Monate oder länger, damit sie klinisch in Erscheinung treten kann (28).

Sonnabend und Meyer (42) fanden, daß die Kariesfrequenz bei unbestrahlten Patienten bereits im Alter von 15 Jahren ihren Höhepunkt erreicht hat. Bei den männlichen Probanden im Alter von 15-19 Jahren wiesen durchschnittlich 13,1 von insgesamt 28 Zähnen (Weisheitszähne wurden in diese Studie nicht miteinbezogen) (=47%) Karies auf. Bei den Männern zwischen 20 und 24 Jahren lag die Zahl kariöser Zähne im Schnitt nur um 2,4% (dies entspräche sozusagen einem 2/3-Zahn), in der Altersgruppe zwischen 25-29 Jahren nur nochmals um 3,1% (=0,86 Zähne) der Gesamtzahnzahl höher als im Vergleich zu den 20-24 -jährigen.

Frauen wiesen in dieser Studie allgemein höhere Werte auf: 15-19 -jährige 14,15 kariöse Zähne (=51%), 20-24 -jährige zusätzlich 1,48 Zähne (= 5,2% der Gesamtzahnzahl) und 25-29 -jährige im Vergleich zur Vor gruppe durchschnittlich 2,1 (= 7,5% der Gesamtzahnzahl) kariöse Zähne mehr. Burt (28) gibt an, daß unbestrahlte Patienten vergleichbaren Alters eine durchschnittliche Kariesanfälligkeit von bis zu einem halben Zahn und einer Zahnfläche pro Jahr aufweisen. Im Vergleich dazu treten bei im Kopf-Halsbereich Bestrahlten Werte von gewöhnlich über einem zusätzlichen kariösen Zahn und zwei kariösen Zahnoberflächen monatlich auf (28).

Dreizen und Mitarbeiter behaupten: "Irrespektive of caries history, no (unprotected) patient remains cariesfree after radiotherapy " (28). Im Gegensatz hierzu meint Fleming (22), daß es ebenso möglich sei, daß bestimmte Patienten keine kariogene Mikroflora beherbergen und auch keine kariösen Läsionen entwickeln, trotz der Bestrahlung im Kopf- Halsbereich.

Das klinische Erscheinungsbild wird im allgemeinen recht einheitlich beschrieben. Folgende wesentliche Merkmale sind charakteristisch:

Der Unterschied zwischen normalerweise kariesanfälligen und kariesresistenten Zahnflächen ist im bestrahlten Gebiß nicht existent. Im Gegenteil werden sogar mit großer Häufigkeit Zahnflächen befallen, die beim nicht-bestrahlten Patienten als kariesresistent gelten. Es sind dies die Inzisalecken und -kanten in erster Linie der Front- und Eckzähne, aber auch der Prämolaren und Molaren. Häufig sieht man die Bukkalflächen der Front- und Eckzahnhälse tief kariös erweicht. Oft breiten sich die Läsionen um den ganzen Zahnhals herum aus, so daß der Zahn in Höhe des Zahnfleischrandes im Endstadium regelrecht amputiert wird (28). Ein anderer Typ kariöser Läsion zeigt sich als braun-schwarze Verfärbung, die sich über alle Kronenflächen ausbreitet, jedoch bevorzugt die Molaren betrifft, deren Schmelz zunehmend brüchig wird und unter der Kaubelastung zu zerbröckeln beginnt (45,28). Auffallend ist, daß sich diese extremen Veränderungen, abgesehen von einer erhöhten Sensibilität auf Wärme und Kälte ohne starke Schmerzen abspielen, selbst wenn die Zahnpulpa offenliegt (32). Dies dürfte wohl das Resultat der Schädigung der Kapillaren, gefolgt von Fibrose und zellulärer Atrophie sein, wodurch die akute vaskuläre Antwort auf Entzündungsreize erheblich reduziert ist. Auch ist die Abnahme der sekretorischen Funktion der Odontoblasten verantwortlich für die inadäquate Reaktion der Pulpa auf Trauma und Infektion.

Das Fortschreiten der Karies geht wesentlich rascher voran, je mehr Wurzelzement und Dentin freiliegen (38,20), so daß schon in kürzester Zeit die Zahnkronen in Zahnfleischrandhöhe abbrechen.

Nach Fitzgerald und Keyes (21) sowie nach Schlerp (39) ist die Zahnkaries eine Infektionskrankheit von multifaktoriellem Ursprung, wobei Faktoren wie Mikroorganismen, Nahrungskohlenhydrate und die Empfänglichkeit des Wirtes ineinanderspielen.

Den Hauptgrund für den immensen kariösen Verfall sieht man in der durch die Bestrahlung induzierten Mundtrockenheit. Klinische Beobachtungen zeigen, daß bei Bestrahlung oberer Halsfelder (Trigonum submaxillare), bei laryngektomierten und nachbestrahlten Patienten sowie bei Patienten mit Tumorerkrankungen an der Zungenbasis oder am Mundboden der höchste Grad an bleibender Mundtrockenheit auftritt (22).

Die Acini der meist im Bestrahlungsfeld gelegenen großen Speicheldrüsen Parotis und Glandula submandibularis sind besonders strahlensensibel (28). Histologisch ist eine fortschreitende Fibrose der Acini zu erkennen, die eine starke Abnahme des Speichelflusses bedingt. Der Patient klagt meist schon in der ersten Woche der Bestrahlung über einen klebrigen und dicken Speichel, der ihm die Nahrungsaufnahme erschwert (34).

Als schlagender Beweis dafür, daß die Xerostomie für den rapiden kariösen Verfall der Zähne bestrahlter Tumorkranken hauptsächlich ist, wird mittlerweile die Tatsache angesehen, daß ähnliche Zahnschäden bei Patienten mit Sjögren-Syndrom (38), bei Patienten, die Speichelfluß mindernde Antidepressiva und Antihi-staminika erhalten (22) und im Tierversuch nach Entfernung der Speicheldrüsen (38) auftreten. Im Zuge einer Chemotherapie häufig notwendige Antiemetikagaben führen zu den gleichen Bildern kariöser Schäden, da auch hier ein Speichelfluß hemmender Effekt auf die Drüsen besteht (22). Ebenso treten bei Narkotikasüchtigen, deren Speichelfluß chronisch reduziert ist, ähnliche wenn nicht sogar identische Kariesschäden auf (7). Doch scheint auch Abwehrschwäche eine gewichtige Rolle zu spielen, da ebensolcher Kariesbefall einige Monate nach immunsuppressiver oder myelosuppressiver Chemotherapie beobachtet werden kann (22,46).

Der Speichel erfüllt viele Funktionen, die Karies verhindern helfen. Er zersetzt Nahrung, befeuchtet die Mundhöhle, puffert und löst Säuren auf, die durch den Verdauungsvorgang in der Mundhöhle erzeugt werden, und spült kontinuierlich Nahrungspartikel und Mikroorganismen von allen Oberflächen der Mundhöhle. Die Bestrahlung der Speicheldrüsen verändert den Speichel qualitativ wie auch quantitativ. Der sich bildende klebrige, dicke Speichel weist kaum mehr Effizienz in den oben angeführten Funktionen auf (34). Der Patient bemerkt während der ersten 3-4 Bestrahlungssitzungen eine immer wieder auftretende, dosisabhängige, schmerzhafte Schwellung der Speicheldrüsen, die nach kurzer Zeit wieder abklingt. Ob diese akuten Schwellungen durch ein interstitielles Ödem oder durch Gangobstruktionen ausgelöst werden, ist bis jetzt noch ungewiß. Einige Tage später ist eine Größenabnahme der Drüse und Parenchymschwund feststellbar. Shannon und Mitarbeiter

(zit.n.34) fanden, daß die Sekretionstätigkeit der Parotisdrüse nach 2-3 Behandlungen von je 200-225 rad praktisch ausgeschaltet ist. Die anderen Speicheldrüsen scheinen zwar etwas weniger anfällig, jedoch ist nach 5 täglichen Bestrahlungen von je 200 rad die Gesamtspeichelmenge auf 40% reduziert, am Ende einer Bestrahlung mit durchschnittlich 60 Gy (=6000 rad) sind nur noch 5% der vor der Radiatio gemessenen Speichelflußrate vorhanden (34). Dreizen und Mitarbeiter (17) beobachteten 42 Patienten, deren große Speicheldrüsen alle im Bestrahlungsfeld lagen. Sie stellten fest, daß die stimulierte Speichelflußrate nach 5 Behandlungssitzungen (1 Woche) von je 2 Gy um 57% , nach 30 Sitzungen (6 Wochen) um 76% und 3 Jahre nach Beendigung der Strahlentherapie um 95% zurückging. Andere Autoren sprechen von 83%-igem Rückgang nach 6 Wochen (33) und bis zu 93%-iger Reduzierung der Speichelsekretion im 3. Monat nach Ende der Bestrahlung (32). Katz (28) berichtet, daß seine Meßwerte des unstimulierten Speichelflusses vor der Bestrahlung von 1,02 ml/min auf 0,1 ml/min nach vierwöchiger Radiotherapie zurückgingen und nach 8 Wochen praktisch von den meisten Patienten kein Speichel mehr zu gewinnen war. Eigene Versuche von im Kopf-/Halsbereich bestrahlten Patienten Speichel aus der Parotis zu erhalten, können die letztgenannte Feststellung nur bestätigen. (Siehe hierzu auch Abb.3 S.10)

■ Changes in patients' salivary flow.

Study	Mean salivary flow, ml/min					
	Before radiotherapy	Weeks after starting radiotherapy				
		1	2	3	4	8
Katz*	1.02	0.45	0.25	0.16	0.10	0.04
Dreizen and associates†	1.1	0.47	0.40	0.32	0.27	0.20

*Unstimulated flow.

†Stimulated flow. Values either reported by Dreizen and associates³ or estimated from a graph in their article.

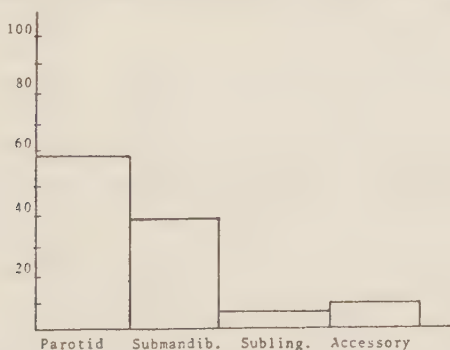
(ABB.3: Veränderungen des Speichelflusses während der Strahlentherapie; Aus 28)

Es ist eine Täuschung zu glauben, daß die Strahlenkaries nur dann

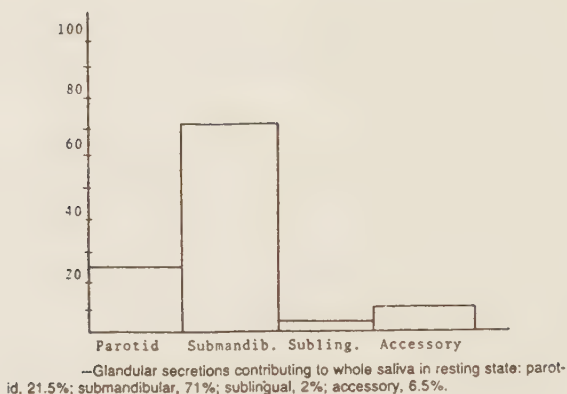
in erheblichem Maße auftritt, wenn die Parotisdrüsen im Bestrahlungsfeld lagen. Dies soll folgende Aufstellung über die physiologischerweise vorherrschenden Flußraten der Mundspeicheldrüsen verdeutlichen:

Unter mechanischer Stimulation (Mastikation) haben die Parotisdrüsen mit 58% Anteil am Gesamtspeichel, die Glandulae submandibulares 33%, die Unterzungendrüsen 1,5% und die kleinen akzessorischen Speicheldrüsen liefern 7,5% des Volumens. Während der Ruhephasen (gemeint sind die Phasen zwischen Mastikation und Schlaf) liefert die Parotis 21,5%, die Glandulae submandibulares 71%, die Unterzungendrüsen 2% und die kleinen akzessorischen Drüsen 6,5% des Gesamtspeichels. Die Parotissekretion während des Schlafes ist praktisch null. Auf die Glandulae submandibulares entfallen dann 72%, auf die Unterzungendrüsen 14% und auf die kleinen akzessorischen Drüsen weitere 14% der gesamten Flußrate (22). Die Beteiligung der Parotis ist also nur während der Essphasen am größten, während des ganzen übrigen Tages liefert sie nur einen kleinen Teil zum Gesamtspeichelvolumen. (Siehe hierzu ABB. 4a-c, S.11 und 12.)

—Glandular secretions contributing to whole saliva during mastication:
parotid, 58%; submandibular, 33%; sublingual, 1.5%; accessory, 7.5%.



(ABB.4a: Prozentualer Anteil einzelner Mundspeicheldrüsen am Gesamtspeichelfluß während der Kautätigkeit; Aus 22)



(ABB.4b: Ruhephase; Aus 28)

—Glandular secretions contributing to whole saliva during sleep: parotid, 0%; submandibular, 72%; sublingual, 14%; accessory, 14%.



(ABB. 4c: Prozentualer Anteil einzelner Mundspeicheldrüsen am Gesamtspeichelfluß während des Schlafes; Aus 28)

Der klebrige, zähe Speichel des bestrahlten Patienten enthält eine hohe Konzentration an Stickstoff und organischen Substanzen, die einen idealen Nährboden für Bakterien darstellen (7). Die im Speichel gefundene Laktoperoxidase hemmt das Wachstum von Streptococcus mutans, das als hauptverantwortliches Bakterium in der Kariesätiologie gilt. Das Ferment verhindert, daß sich Streptococcus mutans an der Zahnoberfläche anlagern kann und sorgt so

dafür, daß das Bakterium geschluckt wird. Wenn jedoch der Speichelfluß reduziert ist, wird dieser Mechanismus der Kontrolle von *Streptococcus mutans* unterbunden. Es kommt zu einem signifikanten Anstieg der Ionenkonzentration von Na^+ , Cl^- , Ca^{++} und Prot^- sowie zu einem Abnehmen von HCO_3^- , was zu einer Erniedrigung des Speichel-PH führt (Normalwert des Speichel-PH liegt ca. bei 6,6), weshalb die azidophilen Plaqueorganismen florieren (16). Bei einem PH unterhalb 5,5 - 5,2 werden vermehrt Calcium- und Phosphat-Ionen von der Zahnoberfläche gelöst. Ein gesunder Speichelfluß puffert den saueren PH-Wechsel ab und hat die Fähigkeit, abgelöste Ionen zu ersetzen, da der normale Parotisspeichel eine Calciumionenkonzentration von 0,75 - 1,5 mM und eine Phosphationenkonzentration von 4 - 11 mM enthält. Bei reduziertem Speichelfluß stehen auch diese beiden Ionen in wesentlich geringerem Maße zur Verfügung (7).

Damit *Streptococcus sanguis*-Bakterien, die physiologischerweise zu einem hohen Prozentsatz im Speichel zu finden sind, agglutinieren und nach der Agglutination mittels Wechselwirkung zwischen Ionen den Zahn besiedeln können, benötigen sie die Glykoproteine des Speichels. Andererseits ist die Fähigkeit des Karies-Bakteriums *Streptococcus mutans* raffinierte Kohlenwasserstoffverbindungen zu Muzin - einem klebrigen Protein - zu metabolisieren, was einen wichtigen Aspekt für die Pathogenität von *S. mutans* darstellt, vom Speichelfluß unabhängig. So kommt es, daß durch eine Reduzierung des Speichelflusses die Fähigkeit von *S. sanguis*, sich an die Zahnoberfläche anzuheften, abnimmt und das Wachstum von *S. mutans*, das sich nun freier entfalten kann, zunimmt (7).

Mehrere Autoren haben herausgefunden, daß eine wichtige umgekehrt proportionale Beziehung zwischen *S. sanguis* und *S. mutans* in der kariesfreien gegenüber der kariesfördernden Zahnplaque bei der unbestrahlten Normalbevölkerung besteht (9,29,36). *S. sanguis* findet sich zu einem sehr hohen Anteil in der normalen Bakterienflora des Speichels, während *S. mutans* und *Actinomyces viscosus* in großer Zahl auf den Zähnen, unbeeinflusst von der Speichelmenge gefunden werden.

Streptococcus mutans kann als ein opportunistischer Mikroorganismus betrachtet werden. Von Graevenitz (47) definierte einen opportunistischen Mikroorganismus als einen, der die Gelegenheit nützt, die ihm durch geschwächte Abwehrmechanismen geboten wird, um dem Wirt Schaden zuzufügen. Er erwähnt auch, daß diese Definition nicht die Pathogenität für den normalen Wirt ausschließt, dessen normale Abwehrkräfte durch die Menge und Virulenz des Mikroorganismus überwunden werden.

In der Plaque von bestrahlten Patienten wurden *S. mutans*-Level festgestellt, die 25 mal höher lagen als bei unbestrahlten Patienten, die eine aktive Karies aufweisen, während markant verminderte *S. sanguis*-Level in der radioaktiv bestrahlten Mundhöhle gefunden wurden, egal ob bei den bestrahlten Patienten derzeit Strahlenkaries bestand oder nicht (zit.n.7). Man fand, daß vor der Bestrahlungstherapie *S. mutans* 0,6% Anteil an den Gesamtstreptococcen hatte, nach der Bestrahlung stieg der Anteil auf 44% an (zit.n.7). Brown und Mitarbeiter (zit.n.28) beobachteten, daß bei einem Vergleich der Plaquemikroflora von Patienten vor der Bestrahlung und drei Monate nach der Bestrahlung die *S. mutans*-Konzentration um das ca. 10-fache von 0,6 bis 2,4% auf 25% der Gesamtstreptococcen angewachsen war. So gilt als allgemein anerkannt, daß durch die bestrahlungsinduzierte Mundtrockenheit eine starke Verschiebung von nicht-kariogenen zu hoch-kariogenen Mikroorganismen in der oralen Mikroflora stattfindet, wobei vor allem *S. mutans* sowie Lactobazillen ansteigen, während ein ebenso starker zahlenmäßiger Abfall bei *S. sanguis*, ferner bei *Veillonella*, *Bakteroides* und *Fusobakterien* verzeichnet werden kann (zit.n.6). Von den Gesamtzahlen her gesehen bleibt die Bakterienpopulation des Mundes jedoch relativ unverändert, die Verschiebungen betreffen nur die **Anteile**, die die einzelnen Bakterienstämme an der Gesamtpopulation haben. Diese Verschiebungen geschehen, bevor sich klinisch erkennbare kariöse Läsionen entwickeln (zit.n.28).

Auch von immunologischer Seite bestehen wichtige Voraussetzungen für den Kariesschutz. Eine wichtige Rolle spielen hierbei die sekretorischen IgA (S-IgA) und IgM (S-IgM) Level im Speichel, wobei die Widerstandsfähigkeit gegen Karies sowohl bei normalen

Individuen, als auch bei bestrahlten Patienten mit diesen Immunglobulinklassen korreliert. Die S-IgA findet sich im Parotisspeichel und zu einem größeren Teil im Speichel der kleinen akzessorischen Speicheldrüsen (zit.n.7). Die S-IgA-Konzentration im Speichel tendiert dazu, zwei Wochen lang nach der Bestrahlung anzuwachsen, nimmt dann jedoch stark ab, um drei Monate hindurch nicht mehr auf den Level vor der Bestrahlung zurückzukehren.

Markitziu und Mitarbeiter (33) stellten nach Bestrahlung eine Zunahme der **Konzentration** der Immunproteine im Speichel fest, die in Zusammenhang mit einem Ansteigen der Proteinsekretion der Speicheldrüsen steht. Tatsächlich jedoch ist die Gesamtmenge dieser Proteine im Mund niedriger als vor der Bestrahlung, da ja die Gesamtspeichelmenge erheblich niedriger geworden ist.

Der immunologische Schutz vor Karies hat mehrere Gründe. Die sekretorischen Immunglobuline reduzieren die Fähigkeit der Bakterien, sich an den Zahn anzuheften. Dies konnte bei in-vitro Versuchen für *S. mutans* sowie für *S. mitis* und *S. salivarius* nachgewiesen werden. Die S-IgA hemmt die Glukosyl-Transferase-Aktivität von *S. mutans*, wodurch das Bakterium die für seine Pathogenizität wichtige Glukose nicht verstoffwechseln kann (zit.n.7). Schließlich besitzen die Speichel-Immunglobuline eine Opsoninwirkung auf *S. mutans*, so daß das Bakterium phagozytiert werden kann.

Brown und Mitarbeiter (9), O'Neill und Mitarbeiter (36), sowie Keene und Mitarbeiter (26) stellten fest, daß Patienten, die nach der Bestrahlung keine Karies entwickelten

- 1.)signifikant höhere Speichel-Agglutinationstiter für *S. mutans*, *S. sanguis* und *Lactobacilli fermenti*,
- 2.)niedrigere *S. mutans*-Raten in der Plaque und
- 3.)höhere Speichel-IgA-Level aufwiesen, als Patienten mit postradiogener Kariesaktivität. Mit anderen Worten heißt das, daß trotz extensiven Strahlenschadens der großen Speicheldrüsen jene Patienten die postradiogen keine Karies entwickelt haben, zu einer stärkeren Immunantwort auf *S. mutans* fähig sind, als die postradiogen kariesaktiven Patienten. Dies könnte von der Aktivität der kleinen akzessorischen Speicheldrüsen kommen, die außerhalb des Bestrahlungsfeldes lagen (9). Man hat festgestellt, daß diese Drüsen 4-mal soviel IgA produzieren können wie die Parotis

(zit.n.9). (Siehe hierzu auch die Flußratenangaben für die einzelnen Speicheldrüsen auf S.11 und 12.)

In ihrer Studie fanden Brown und Mitarbeiter (9) auch, daß die Speichelagglutinationstiter gegen *S. mutans* und *Laktobacillus fermenti* bei den Krebspatienten vor der Bestrahlung signifikant höher lagen, als bei der Kontrollgruppe, die aus normalen Individuen bestand. Um oben genannte Feststellung bezüglich Speichel-IgA und Karies machen zu können, haben die Autoren die bestrahlten Krebspatienten in 2 Gruppen,

1.)mit hohem Speichel-IgA-Level und

2.)mit niedrigem Speichel-IgA-Level unterteilt.

Die Hoch-IgA-Gruppe wies hier höhere Agglutinationstiter, niedrigere Plaque-Streptococcus mutans Zahlen und eine geringere Kariesaktivität auf, als die Niedrig-IgA-Gruppe.

Zur Kontrolle wurden die bestrahlten Krebspatienten nochmals in eine kariesaktive und eine kariesfreie Gruppe geteilt, wobei sich wieder ergab, daß die Kariesaktiven signifikant niedrigere Speichel-IgA-Level und Agglutinationstiter sowie höhere *S. mutans* Zahlen aufwiesen (9).

Einige Autoren (zit.n.7,9) konstatieren, daß auch die Höhe der Serum-IgA-Level sich umgekehrt proportional zu Plaquemikrobenzahlen und zur Kariesaktivität verhalten. Andere wiederum (9,36) fanden keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen Serum-Agglutinationstitern, Immunglobulinlevel, Mikroorganismenzahlen, oder Aktivität der postradiogenen Strahlenkaries. Keene und Mitarbeiter (29) beobachteten zudem, daß die *S. mutans*-Plaqueraten mit zunehmender Anzahl von Jahren nach Beendigung der Bestrahlungstherapie abnehmen, woraus sie folgern, daß bei kooperativen Patienten Kariespräventivmaßnahmen die Ausbreitung von *S. mutans* begrenzen und/oder den Grad der Infektion mit *S. mutans* im Laufe von Jahren reduzieren können.

Obgleich Mundtrockenheit und Bakterienshift gewiss die Auslöser der starken kariösen Zerstörung sind, spielt doch auch das soziale Milieu, aus dem sich ein auffallend großer Teil der Kopf-und Hals-Carzinom Kranken rekrutiert, eine nicht unerhebliche Rolle. Diese Patienten sind meist überdurchschnittlich starke Raucher und/oder Alkoholkonsumenten, deren Mitarbeit unzuverlässig ist.

Die meist über das ganze Leben hinweg vernachlässigte Mundhygiene, die im Augenblick der schweren Erkrankung erst recht nebensächlich wird, unterstützt alle bisher angeführten Ursachen für die Strahlenkaries. Die schmerzhafteste Mukositis, die die bestrahlungsinduzierte Mundtrockenheit begleitet, wirkt zusätzlich hindernd darauf ein, den Patienten zu regelmäßiger und gründlicher Mundhygiene zu motivieren (41).

Die eigene Befragung der Patienten ergab, daß Zahncreme schon allein deshalb oft abgelehnt wurde, da sie zu scharf ist und auf den empfindlichen Schleimhäuten brennt.

Ein weiterer gewichtiger Faktor, der in den Ursachenkomplex der Strahlenkaries hineinspielt, ist ein drastischer Wechsel der Ernährungsgewohnheiten der bestrahlten Patienten. Die Nahrungsaufnahme ist durch die Mukositis und durch freiliegende oder kariöse Zahnhälse grundsätzlich schmerzhaft. Der Vorgang der Nahrungszerkleinerung reizt die entzündete und teilweise oberflächlich abgeschilferte Mucosa mechanisch, Speisen, die nur leicht säuerlich sind wie Obst oder bestimmte Gemüse, sowie viele Gewürze verursachen starkes Brennen. Hinzu kommt die Tumorerkrankung im Mund oder Hals und der Mangel an Speichel. Beides erschwert das Schlucken und macht es in manchen Fällen sogar nahezu unmöglich. Die sich durch den Trismus immer mehr einschränkende Mundöffnung bereitet oft zudem nicht unerhebliche Schwierigkeiten, die nicht nur die Nahrungsaufnahme, sondern auch eine etwa notwendige Zahnbehandlung betreffen. Der über längere Zeit verminderte oder ganz ausgeschaltete Geschmackssinn nimmt dem Patienten einen wichtigen Anreiz, sich abwechslungsreich und ausgewogen zu ernähren.

Der Patient zieht so meist eine Ernährung vor, die aus vielen kohlenhydratreichen Mahlzeiten weicher bis flüssiger Konsistenz besteht (33). Stark zuckerhaltige Speisen werden oft bevorzugt, um die Speicheldrüsen zu stärkerer Sekretion zu stimulieren. Die Mundtrockenheit bringt es wiederum mit sich, daß diese kariesfördernde Nahrung als dicker klebriger Belag an den Zähnen haften bleibt. Bowen (5), sowie Edgar und Mitarbeiter (18) beobachteten, daß die Bestrahlung der Speicheldrüsen von Primaten, an die eine stark zuckerhaltige Nahrung verfüttert worden war, mit erhöhten Werten von *S. mutans* in der Zahnplaque und einer sich rapid entwickelnden Karies einhergeht. Emilson und Mitarbeiter (19) er-

kannten ebenfalls im Tierversuch mit Affen, daß die Zahnplaque kariesfreier Tiere wesentlich geringere Mengen an Glukose, die *S. mutans* für seinen Stoffwechsel braucht, enthält, als die Plaque von Tieren, die eine starke Karies aufwiesen. Am höchsten waren die Glukosewerte bei den Tieren, deren Speicheldrüsen zuvor bestrahlt worden waren. Auch enthielt die Plaque der bestrahlten Tiere den höchsten Anteil an *S. mutans* und die niedrigsten Werte für *S. sanguis* und für *Aktinomyces*. Da alle Tiere die gleiche kariesfördernde Diät erhielten, kann man zumindest daraus schließen, daß diese Art der Ernährung bei bestrahlten Patienten zu einer anscheinend stärkeren Anfälligkeit für Karies bzw. Empfänglichkeit für *S. mutans* führt, als bei unbestrahlten Individuen.

Die Kariespräventivmaßnahmen, die erfolgreich bei den bestrahlten Tumorpatienten angewendet werden, sind vor allem lokale Fluorapplikationen zusammen mit einer strikten Diät, die alle stark zuckerhaltigen Nahrungsmittel vermeidet.

Braham (6) konstatiert, daß die Strahlenkaries völlig vermeidbar ist, wenn der Patient für eine tägliche Anwendung von 1%-igem Natriumfluorid und einer zusätzlichen kariespräventiven Diät gewonnen werden kann. Fleming hingegen (22) beobachtete in einem Vergleich von zwei Gruppen, die beide täglich 1%-iges NaF mittels Carrier appliziert bekamen und von denen die eine Gruppe zusätzlich eine zuckerreduzierte Diät einhielt, daß keine Unterschiede im Kariesgeschehen zwischen den beiden Gruppen auftraten.

Braham (6) schlägt vor, daß dort, wo wegen eingeschränkter Mundöffnung das Aufsetzen der Soft-Vinyl-Carrier nicht mehr möglich ist, 0,4%-iges Zinnfluorid auf Glycerinbasis verwendet werden soll, das in Form eines Gels auf die Zähne gebürstet werden kann. Horiot und Mitarbeiter (25) fanden in ihrer Studie jedoch, daß die Wirksamkeit von stark fluorhaltigen Zahnpasten (in 11% der Fälle trat hier Karies auf) der des mit Carrier applizierten Fluorgels (nur 3% kariöse Fälle) nachsteht. Die beständige Mitarbeit des Patienten über Jahre hinweg ist jedoch grundlegend für den Erfolg: "It is interesting to note that dental caries occurred 3-6 months following discontinuation of the fluoride application. This latter point is the strongest rationale for indefinite daily

use of fluoridation regardless of the length of follow-up."
(Aus 25).

Auch Mundspülungen mit Chlorhexidindiglukonat-Lösung werden in der Literatur empfohlen, um die kariogenen Mikroorganismen zu vermindern (3,28). Katz (28) testete an einem größeren Patientengut die Wirksamkeit von Fluorapplikationen und Chlorhexidindiglukonat aus. Ein Programm von 4 mal täglich lokal mit Carrier aufgetragenen 1% NaF-1% Chlorhexidindiglukonat plus täglichen Spülungen mit einer 0,05% NaF-0,2% Chlorhexidinlösung verhinderte die Karies völlig. Zudem konnte eine Remineralisierung von anfänglich existierenden Läsionen beobachtet werden. Der Gebrauch der Chlorhexidin-Fluorspülungen allein stoppte ebenfalls die Karies, jedoch blieb die Remineralisierung aus. Alleinige lokale Fluorgelapplikationen zusammen mit täglichen Spülungen mit einer 0,05%-igen Natriumfluoridlösung war in dieser Untersuchung nicht ausreichend, um die Strahlenkaries zu verhindern.

Brown und Mitarbeiter (8) stellten fest, daß das potentiell kariogene Bakterium *S. mutans* während 30 monatiger Beobachtungszeit, trotz täglicher 5-minütiger Anwendung von 1%-igem NaF-Gel, nach Mundtrockenheit auslösender Strahlentherapie anstieg und hohe Werte beibehielt. Dies legt die Vermutung nahe, daß fluorresistente Arten von *S. mutans* existieren könnten.

Da trotz aller Präventivmaßnahmen, wie täglicher Fluorapplikationen, rigoroser Mundhygiene, Beschränkung kariogener Nahrung, remineralisierender Mundspüllösungen, künstlichen Speichels und Spezialkaugummis (um die verbliebene Speicheldrüsenfunktion zu stimulieren), bei vielen bestrahlten Hals- und Kopf-Carcinom Patienten *S. mutans* in hoher Konzentration in der Mundhöhle erhalten bleibt, fordern Keene und Mitarbeiter (29) intensive *S. mutans*-Kontrollmaßnahmen vor, während und in periodischen Intervallen nach der Radiotherapie. Dies vor allem im Hinblick darauf, daß alle oben angeführten Präventivmaßnahmen ansonsten nur bei lebenslanger Mitarbeit des Patienten erfolgreich sind, wobei sie auf die schnell fortschreitende Karies unkooperativen Patienten hinweisen, die die Maßnahmen nur unregelmäßig ausführen.

Kariesimmunisierungen mittels Impfstoff wurden mit einigem Erfolg an Ratten und nicht-menschlichen Primaten bereits erprobt (zit.n.9).

Bei allen Präventivmaßnahmen sollte jedoch die Mitwirkung des Zahnarztes nicht vergessen werden, der sowohl vor, als auch während und nach der Bestrahlungstherapie in die Versorgung des Tumorpatienten miteinbezogen werden sollte. Vor der Bestrahlung sollte eine genaue Überprüfung der Hart- und Weichgewebe des Mundes erfolgen, der Zustand der Parodontien und der Mundhygiene sollte untersucht und ein kompletter Röntgenstatus erstellt werden. Zähne mit fragwürdiger Prognose (sei es aus karies-, parodontal-, oder okklusionsbedingten Gründen), die innerhalb des vorgesehenen Bestrahlungsfeldes gelegen sind, sollten entfernt werden, wobei die Radikalität der Sanierung auch von der Mundhygiene des einzelnen Patienten abhängig zu machen ist (38). Zusätzlich zur Entfernung fragwürdiger Zähne, sollten alle präprothetischen operativen Maßnahmen vor der Bestrahlung abgeschlossen sein.

Während und nach der Bestrahlung sollten die Mundhöhle, Zähne, sowie Mundhygiene in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Wenn die Strahlenkaries erst einmal eingetreten ist, geben Ritchie und Mitarbeiter (38) folgende Richtlinien für die Behandlung an:

- "1.)Amalgam is the restorative material of choice (do not crown the teeth).
- 2.)If decay occurs in the presence of daily fluoride usage, have the patient increase the frequency and duration of fluoride application.
- 3.)If the decay process renders the tooth nonrestorable, smooth out the margins of the tooth.
- 4.)Where pulpal pathology is involved, the tooth can be treated by conventional endodontic therapy. No surgical procedures should be attempted and the patient should be placed on antibiotics during treatment.
- 5.)If the tooth is badly broken down, amputate at the gingiva and continue fluoride.
- 6.)Avoid extraction of teeth!" (Aus 38)

Genaue Angaben zur zahnärztlichen Behandlung von Bestrahlungs-

tienten des Kopf- und Halsbereiches sowie das nähere Eingehen auf Problemfälle finden sich im Artikel von Markitziu (33) "Approach to dental treatment for irradiated patients", sowie bei mehreren anderen Autoren (24,26,44).

Zusammenfassend sollen nun noch einmal alle einleitend diskutierten Punkte, die für die Ätiologie der Strahlenkaries ausschlaggebend sind, aufgelistet werden:

- 1.) Schädigung der Speicheldrüsen.
 - 1.1) Stark verminderter Speichelfluß / Mundtrockenheit.
 - 1.2) Daraus sich ergebende Speichel-PH-Erniedrigung.
 - 1.3) Auslösen von Calcium und Phosphat aus dem Zahnschmelz.
 - 1.4) Bakterienshift von nicht-kariogenen zu stark kariogenen Mikroorganismen.
 - 1.5) Abnahme bestimmter Speichelfermente, die das Wachstum kariogener Mikroorganismen hemmen.
 - 1.6) Abnahme wichtiger sekretorischer Immunglobuline, die normalerweise im Speichel zu finden sind und kariespräventiv wirken, da sie
 - a) die Fähigkeit kariogener Bakterien vermindern, sich an der Zahnoberfläche anzuheften,
 - b) die Tätigkeit bestimmter Enzyme kariogener Bakterien hemmen und
 - c) diese Bakterien für die Phagozytose vorbereiten.
- 2.) Mangelnde Mundhygiene.
- 3.) Umstellung auf kariesfördernde Kost.
- 4.) Soziale Faktoren.

ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, die kariösen Schäden eines im Kopf- Halsbereich bestrahlten Patientengutes mit dem Zahnstatus vor der Bestrahlung zu vergleichen und auftretende Unterschiede zwischen den einzelnen Patienten anhand von anamnestisch erhobenen Daten über Mundhygiene und Ernährungsgewohnheiten zu eruieren. Die Schäden außerhalb und innerhalb des Bestrahlungsfeldes sollen miteinander verglichen werden, mit dem Ziel, unterschiedliche Entstehungsmechanismen und Erscheinungsweisen der kariösen Zahnzerstörungen in diesen Gebieten zu identifizieren und zu dokumentieren.

PATIENTENKOLLEKTIV UND METHODIK

Für die Untersuchung herangezogen wurden Patienten der radiologischen Klinik des Universitätsklinikums Großhadern in München. Das Kriterium der Auswahl war, daß die Patienten im Bereich der Kiefer bestrahlt worden sind, sie zum Zeitpunkt der Bestrahlung noch eigene Zähne hatten, die Ohrspeicheldrüsen und/oder Zähne im Bestrahlungsfeld lagen und die Bestrahlung nicht länger als 3,5 Jahre und nicht kürzer als 3 Monate zurücklag. Hinsichtlich dessen wurde aus dem umfangreichen Krankenmaterial der radiologischen Klinik zunächst das in Frage kommende Patientengut der Jahre 1983, 1984 und 1985 bis Monat Juni aussortiert. Zudem wurden aus dem Jahre 1982 noch jene Patienten mitaufgenommen, die sich noch regelmäßig zu Nachuntersuchungen im Klinikum Großhadern einfanden und oben genannte Kriterien erfüllten. All diese Patienten wurden wegen Epipharynx-, Mesopharynx-, Zungen-, Zungengrund-, Tonsillen-, oder Mundbodentumoren entweder primär oder postoperativ mit opponierenden Gegenfeldern bestrahlt.

Bestrahlte Patienten mit Tumoren der Wangen, Lippen und Parotiden wurden von der Untersuchung ausgeschlossen, da hier die Bestrahlung nur von einer Seite des Schädels her erfolgte und so keine gleichmäßig über die Zähne verteilte bzw. gut berechenbare Strahlendosis resultierte. Zudem wurden bei den Lippen- und Wangentumoren nur Lokalisationsfotos und keine - wie bei den anderen Tumoren des HNO-Bereiches - Lokalisationsröntgenbilder erstellt, weshalb hier keine genaue Aussage möglich war, welche Zähne nun im Strahlenfeld lagen und welche nicht.

Nach Abzug der bereits Verstorbenen verblieben so insgesamt 177 in Frage kommende Patienten, von denen 90 bereits zum Zeitpunkt der Bestrahlung zahnlos waren. Da die Untersuchung und Befragung der Patienten im Rahmen einer gemeinsamen Tumornachsorge der Radiologischen und der HNO -Poliklinik im Klinikum Großhadern stattfand, entfielen weitere 48 Patienten, die entweder überhaupt nicht mehr zur Nachsorge erschienen oder aber diese andernorts durchführen ließen. So verblieben 39 Patienten, die zur Auswertung herangezogen werden konnten. Es sind dies 29 Männer und 10 Frauen im Alter von 25 bis 79 Jahren.

Wie oben bereits erwähnt, erfolgte die Bestrahlung der Patienten mittels opponierender Gegenfelder, wobei meist mit gleichen Dosen von beiden Seiten gearbeitet wurde. In Abbildung Nr.5 und Nr.6 (S.25 und 26) sind die Tiefendosiskurven für Cobalt-60 Gammastrahler und ultraharte Röntgenstrahlen 8 MeV aufgezeigt.

Bei Co-60 erhält die Hautoberfläche (=0 cm) nur eine sehr geringe Strahlendosis. (Die auf Abb.5 und 6 ersichtlichen 55 bis 70% für Co-60 bzw. 43 bis 48% für RÖ 8 MeV entsprechen nicht den tatsächlich in diesem Bereich vorherrschenden Strahlendosen, sondern sind meßtechnisch bedingt.) 100% der Strahlendosis wird in einer Tiefe von 0,5 cm erreicht, danach fällt die Tiefendosiskurve exponentiell mit zunehmender Gewebetiefe ab, so daß in einer Tiefe von 13 cm die Strahlenbelastung nur noch 50% beträgt.

Auch bei ultraharten Röntgenstrahlen einer Energie von 8 MeV ist die Oberflächendosis nur gering. Das Dosismaximum wird in einer Tiefe von ca. 2 cm erreicht, 50% dieser Dosis liegen in 18 cm Gewebetiefe vor.

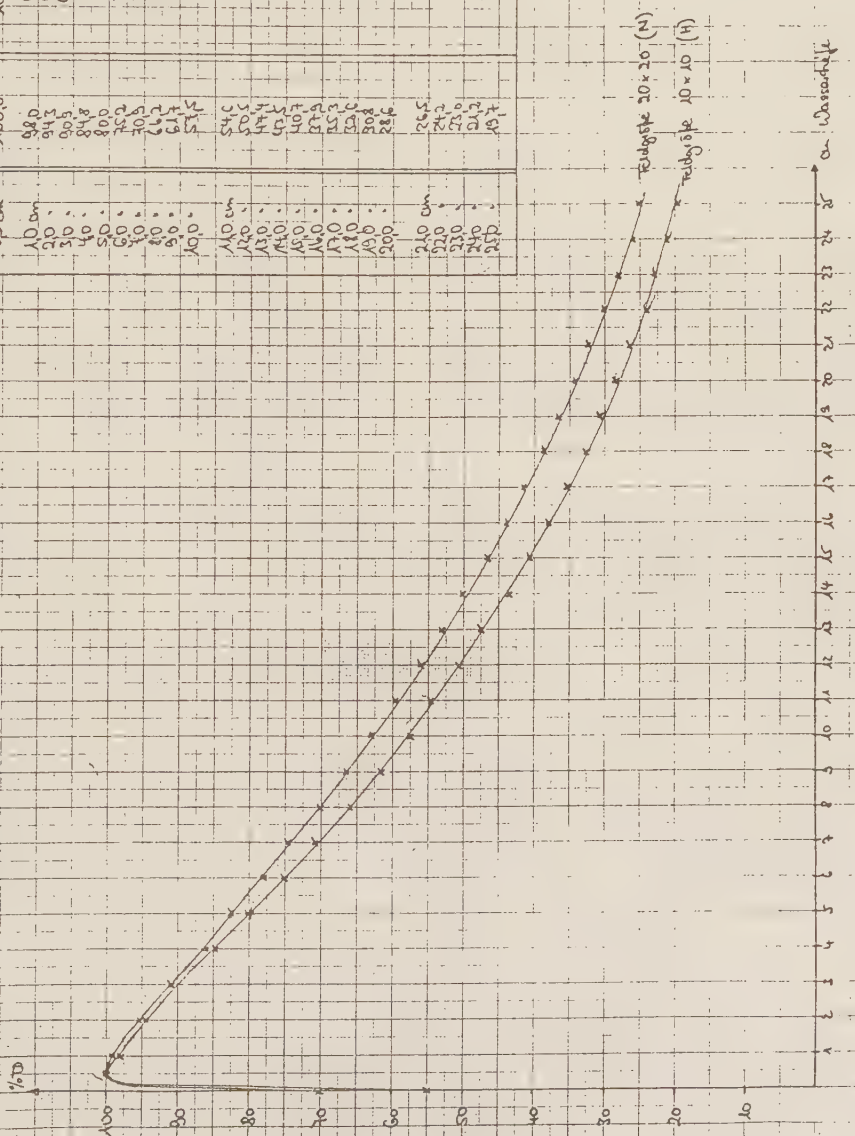
Wird nun über zwei opponierende Felder bestrahlt (Abbildung Nr.7, S.27), addieren sich an jedem Tiefenpunkt im Gewebe die Dosisbeiträge der beiden Felder. Es entsteht dadurch ein leicht durchhängendes Dosisplateau, das eine fast gleichbleibend hohe Dosis über einen Gewebeabschnitt mit bestimmtem Durchmesser gewährleistet. Wird der Durchmesser des Gewebes größer, so liegt das Dosisplateau niedriger, verkleinert sich der Durchmesser, erhöht sich das Dosisplateau. Die Abbildungen 8a bis 8f, S.28-33, zeigen anhand sog. Isodosislينien die räumliche Dosisverteilung in einem repräsentativen CT-Transversalschnitt, wobei die numerische Bezeichnung der Isodosislينien die prozentualen Dosisgrößen in Relation zum Maximum (der große Stern * in den Abb. 8a-f ist der Ort des Dosismaximums =100%) angibt.

Aus den Computerausdrucken der Isodosen für Bestrahlung mittels Gegenfeldern (Abbildungen Nr.8a und 8b) ist zu ersehen, daß wegen des kleineren Gewebedurchmessers der sich nach frontal verschmälernden Kiefer die in diesem Bereich entstehenden Strahlungsdosen ansteigen. Der Tumor, der meist in der Mitte des durchstrahlten Gebietes liegt, erhält nicht die Maximaldosis, sondern eben nur den der Isodosislينie seiner Lagetiefe entsprechenden Prozentsatz. So ist es nötig, die Herddosis vorher festzulegen, indem

Tiefendosiskurve 100cm Cobalt 60, Cg

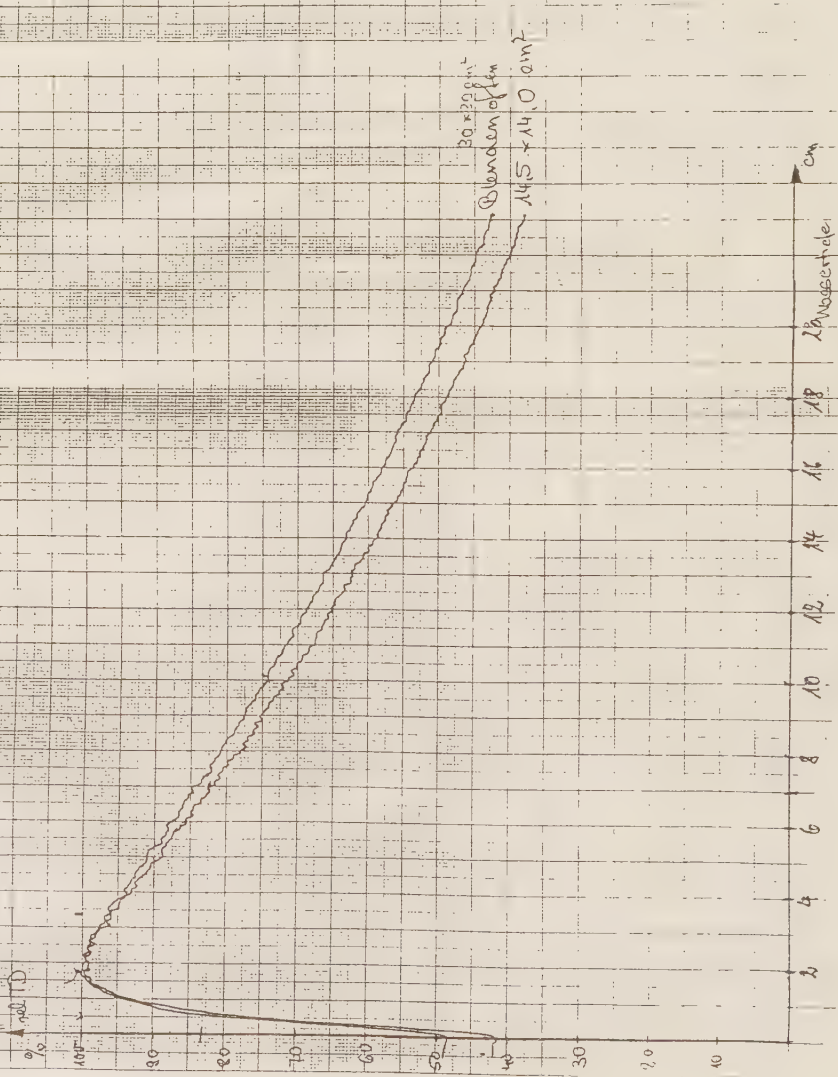
QHA 80,0 cm, Tiefendose 10x10, 20x20;

WT	%D (meas)	%D (calc)
50 cm	100,0	100,0
10 cm	98,0	98,0
20	94,3	95,2
30	90,5	90,9
40	84,8	86,3
50	80,0	81,7
60	75,2	77,1
70	70,5	72,9
80	65,8	68,2
90	61,1	63,4
100	56,4	58,5
110	51,7	53,6
120	47,0	48,7
130	42,3	43,8
140	37,6	38,9
150	32,9	34,0
160	28,2	29,1
170	23,5	24,2
180	18,8	19,3
190	14,1	14,4
200	9,4	9,5
210	4,7	4,6
220	0,0	0,0

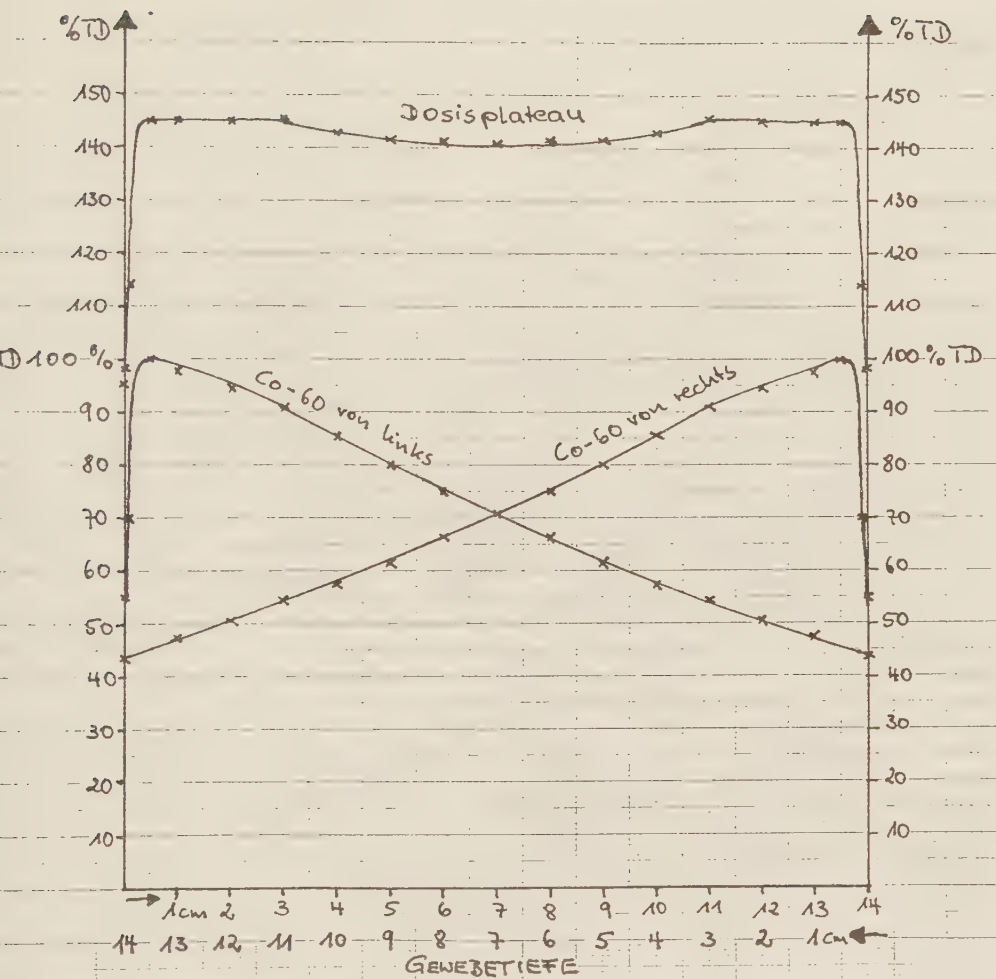


(ABB.5: Tiefendosiskurve Co-60)

20 75 15 03580/2
 R₀ 8 MeV
 mTD
 gmkly 2 00



(ABB.6: Tiefendosiskurve ultrahart R₀. 8 MeV)

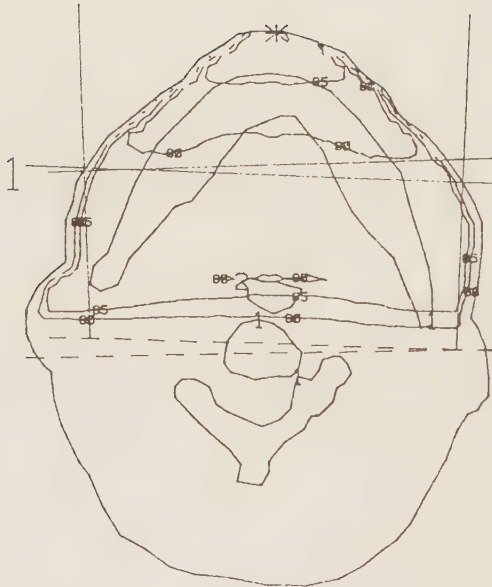


(ABB.7: Bei Bestrahlung mit Gegenfeldern von zwei einander gegenüberliegenden Seiten aus addieren sich die Strahlendosen in jeder Gewebetiefe, wodurch ein Dosisplateau entsteht.)

Ø.

W : Ø

19-MAR-86 : 360



FELD: 1
PICKER-CO
STEHFELD
CO-60, 1.2 MEV
DHA: 800. MM
EFB: 95. MM
KEILF: -
GANTRY: 268L
GEWICHTUNG: 100. 8

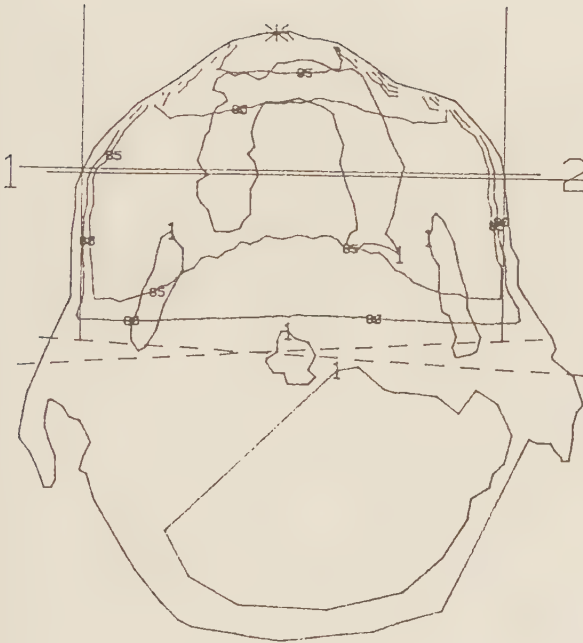
FELD: 2
PICKER-CO
STEHFELD
CO-60, 1.2 MEV
DHA: 800. MM
EFB: 95. MM
KEILF: -
GANTRY: 62.
GEWICHTUNG: 100. 8
NORM. VERT: 173. 8

(ABB.8a: Isodosislinien bei Bestrahlung mit opponierenden
Gegenfeldern und gleicher Dosierung für beide Seiten.
Co-60, 1.2 Mev, Unterkiefer)

0.

1 : 0

21-MAR-86 : 371



FELD: 1
 PICKER-CO
 STEHFELD
 CO-60: 1.2 MEV
 QHA: 900. MM
 EFB: 95. MM
 KEILF: -
 GANTRY: 270.
 GEWICHTUNG: 100. 0

FELD: 2
 PICKER-CO
 STEHFELD
 CO-60: 1.2 MEV
 QHA: 900. MM
 EFB: 95. MM
 KEILF: -
 GANTRY: 90.
 GEWICHTUNG: 100. 0

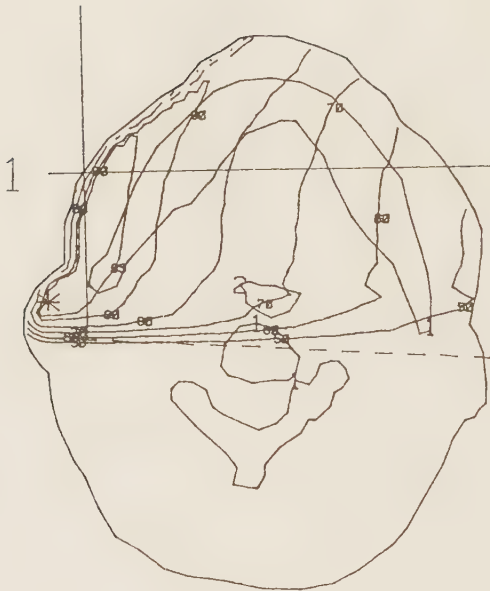
NORM. WERT: 172. 3

(ABB.8b: Isodosislinien bei Bestrahlung mit opponierenden
 Gegenfeldern und gleicher Dosierung für beide Seiten.
 Co-60, 1,2 MeV, Oberkiefer)

Ø.

W : Ø

19-MAR-86 : 361



FELD: 1
PICKER-CG
STEHFELD
CO-60 1.2 MEV
DMA 800. MM
EPH 85. MM
KEILF: -
GANTRY: 268.
GEWICHTUNG: 100.0

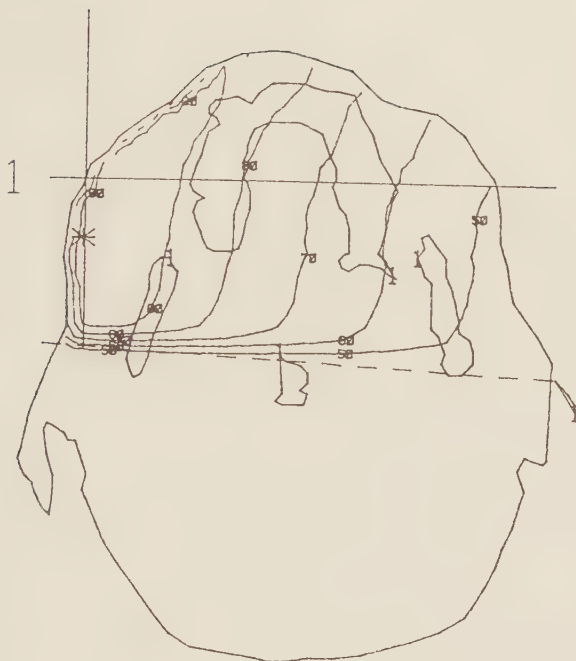
NORM. WERT: 102.6

(ABB.8c: Isodosislinien bei einseitiger Bestrahlung.
Co-60, 1.2 MeV, Unterkiefer)

Ø.

N : Ø

21-MAR-86 : 368



FELD: 1
 PICKER-CO
 STEHFELD
 CO-60, 1.2 MEV
 QHA: 800. MM
 EFB: 65. MM
 KEILF: -
 GANTRY: 270.
 GEWICHTUNG: 100.0

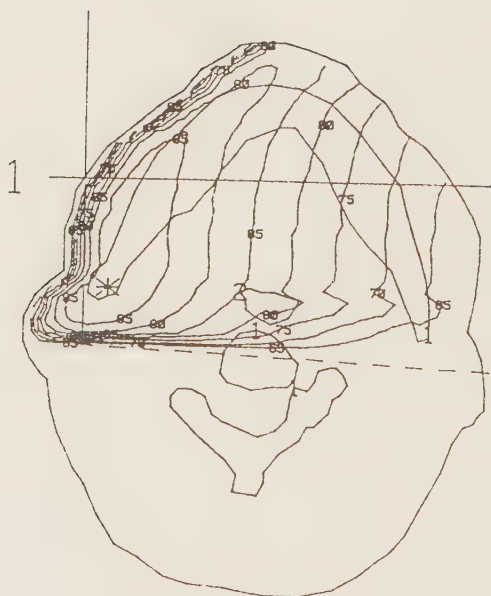
NORM. WERT: 101.7

(ABB.8d: Isodosislinien bei einseitiger Bestrahlung.
 Co-60, 1,2 MeV, Oberkiefer.)

Ø.

W : Ø

19-MAR-86 : 364



FELD: 1
 SL 75/10
 STEHFELD
 X-RAY: 8, Ø MEV
 FWA: 1000. MM
 EFW: 05. MM
 KEILF: -
 GANTRY: -00.
 GEWICHTUNG: 100.0

NORM. VERT: 102.3

(ABB.8e: Isodosislinien bei einseitiger Bestrahlung.
 Ultrahart RÖ., 8 MeV, Unterkiefer)

angegeben wird, wieviel Prozent der Maximaldosis der Tumor erhalten soll. 60 Gy Herddosis (dies war in den meisten Fällen die übliche Dosis) bei einer Dosierung auf 80% Isodose bedeutet so z.B., daß am Ende der fraktionierten Bestrahlung an der 80% Isodosislinie eine Dosis von 60 Gy erreicht worden ist. So läßt sich auch die Gesamtdosis z.B. für den Frontzahnbereich errechnen. Wie aus den Abbildungen Nr.8a und Nr.8b zu ersehen ist, liegt dieser Bereich innerhalb der 90 bis 95% Isodosen, was bei einer Dosierung auf 80% Isodose einen Unterschied von 10-15% zur angegebenen Herddosis (HD) bedeutet. Bei einer Herddosis von 60 Gy liegt die Strahlenbelastung der Frontzähne also um 6 bis 9 Gy höher. In einem derartigen Fall wurde dieser Unterschied angesichts der ohnehin hohen Gesamtdosis vernachlässigt und alle Zähne als mit der angegebenen Herddosis bestrahlt gewertet.

Eine Ausnahme hinsichtlich der Bestrahlung mit opponierenden Gegenfeldern gleicher Dosis bilden 3 Patienten: Einer wurde bis zu einer Herddosis von 52,5 Gy von beiden Seiten mit gleicher Dosis bestrahlt und erhielt dann zusätzlich 7,5 Gy von rechts. Der zweite wurde mit einem Dosenverhältnis rechts:links wie 2:1 bestrahlt. Die auf die einzelnen Zähne entfallende Dosis kann hier jedoch gut mittels eines vorliegenden Computertomogramms bestimmt werden. Der dritte Patient wurde mit einer Dosis von 55 Gy nur von links bestrahlt, wurde jedoch absichtlich in die Studie mitaufgenommen, um eventuelle Unterschiede in den Zahnschäden zwischen linker und rechter Kieferhälfte erkennen zu können.

Die genaue Lage der Zähne und der Speicheldrüsen zum Bestrahlungsfeld wurde anhand der Lokalisationsröntgenbilder bestimmt. Die jeweilige Dosis, die der Bereich der Kiefer erhielt, konnte aus dem Bestrahlungsprotokoll eines jeden Patienten entnommen werden.

Die Befunderhebung erfolgte während der gemeinsamen Tumornachsorgeuntersuchung der Radiologischen und der HNO -Klinik in der HNO-Poliklinik des Klinikums Großhadern. Die Zähne wurden mit spitzer zahnärztlicher Sonde, sowie mit planem Spiegel nach kariösen Läsionen untersucht. Dabei wurde nur die behandlungsbedürftige Karies notiert, nicht jedoch initialkariöse Stellen, an denen die Sonde nicht hängenblieb die jedoch bräunlich verfärbt

waren. Unter behandlungsbedürftig ist jede Zahnfläche zu verstehen, bei deren Sondierung die Sondenspitze in brüchigen oder erweichten Vertiefungen hängenbleibt, interdental milchige oder bräunlich verfärbte Stellen, Zahnflächen, an denen Schmelz abgebröckelt ist, gänzlich erweichte Zahnflächen und Zahnhälsen, Sekundärkaries an Füllungsrandern, Zähne mit herausgefallenen Füllungen, deren freiliegende Kavitäten sondierbare kariöse Defekte aufweisen, sowie jede Karies, die röntgenologisch in Erscheinung tritt. Die Vitalität der Zähne wurde mittels "Provo-test" (Fa. Hoechst) geprüft. Die Flüssigkeit wurde in üblicher Weise auf Schaumstoffpellets gesprüht und mit einer Pinzette an den Zahn gebracht. Diese Methode erwies sich oft bei Überkronten Zähnen als unzureichend, weshalb in diesen Fällen eine Aussage über die Vitalität des jeweiligen Zahnes unterblieb.

Die Tiefen der Zahnfleischtaschen wurden stichprobenartig nach der von Ramfjord 1959 beschriebenen Methode an den Zähnen 16,21, 24,44,41 und 36 an vier Seiten mittels einer Parodontometersonde gemessen. Nach Ramfjord sind die Messungen an diesen Zähnen für den Zustand aller Parodontien im einzelnen Individuum repräsentativ (37). Fehlten mehrere dieser Zähne, so wurden die Taschentiefen an allen verbliebenen Restzähnen gemessen. Es wurden nur Taschentiefen über 3 mm notiert. Freiliegende Zahnhälsen wurden an allen Zähnen ebenfalls unter Anlegen des Parodontometers gemessen. Ferner wurde die Zahnlockerung für jeden einzelnen Zahn befundet. Erfolgte keine Notiz, so handelte es sich um eine physiologische Zahnbeweglichkeit;

Grad I: Fühlbare Lockerung des Zahnes, der mittels der Zeigefinger beider Hände lateral bewegt wird;

Grad II: Sichtbare Lockerung;

Grad III: Bewegbar auf Lippen und Zungendruck oder in axialer Richtung.

Wo starke Abrasionsmarken bestanden, wurden diese ebenfalls notiert.

Der gesamte Befund wurde mit Füllungen, Kronen und prothetischem Ersatz in ein vorgedrucktes Zahnschema eingetragen, das einem Fragebogen beigeheftet war (Siehe Anhang).

Von den Patienten, die zum Zeitpunkt der Untersuchung noch eigene Zähne aufwiesen, wurden Ober- und Unterkiefer-Panoramix Röntgen-

aufnahmen , sowie in vielen Fällen zusätzlich ein Orthopantomogramm gemacht. 5 Patienten weigerten sich jedoch, die zusätzliche Wartezeit für das Röntgen auf sich zu nehmen und zweien konnte wegen ihres schlechten Allgemeinzustandes eine längere Wartezeit nicht zugemutet werden. Die Röntgenaufnahmen wurden auf zusätzliche kariöse Läsionen, periapikale Entzündungserscheinungen, parodontalen Knochenabbau sowie auf andere Osteodestruktionen hin befundet.

Zudem wurde kurz das Bild notiert, das uns die Gingiva propria bot und zusammen mit dem Röntgenbefund eine Einteilung getroffen in:

- 1.) Ohne pathologischen Befund
- 2.) Entzündet im Sinne einer Gingivitis marginalis superficialis (ohne Befund pathologischer Taschentiefen)
- 3.) Entzündet mit pathologischen Zahnfleischtaschen über 3 mm Tiefe
- 4.) Entzündet mit tiefen Taschen und röntgenologisch erkennbarem Knochenabbau.

Der Zustand der übrigen Mundhöhlenschleimhaut wurde kurz beschrieben, sowie der Eindruck, den die Zahnpflege des Patienten auf den Untersucher machte. Bei der Zahnpflege wurde nur das Vorhandensein weicher Beläge bewertet:

"gut" für keine weichen Beläge an allen Zähnen,
"mittelmäßig" für weiche Beläge an mehreren Zähnen und
"schlecht" für dicken Belag an allen Zähnen.

Im Fragebogen wurden zusätzlich folgende Daten anamnestisch erhoben:

- 1.) Ernährungsgewohnheiten: Sie wurden als "ausgewogen" bewertet, wenn sich der Patient
 - a.) zum größten Teil von frischen Nahrungsmitteln
 - b.) täglich eiweißreich (Fleisch, Eier, Milchprodukte etc.) und
 - c.) vitamin- und mineralstoffreichvor, während und nach der Bestrahlung ernährt (hat). Fehlte einer dieser Punkte, wurde die Ernährung als "unausgewogen" bewertet.

Es wurde nach dem täglichen Zuckerkonsum in Form von Schokolade, Bonbons, Honig, Marmelade, Limonade etc. gefragt und eine Bewertung in "viel Zucker" bzw. "wenig Zucker"

angegeben. Die Menge des täglichen Alkoholkonsums wurde ebenfalls notiert.

- 2.) Mundhygiene: Die Zahnputzgewohnheiten wurden erfragt, wie sie vor, während und nach der Bestrahlung gehalten wurden. Wie oft geputzt wurde, wann, ob normal fluorhaltige Zahncreme Verwendung fand, ob zusätzlich Fluorgel angewendet wurde, ob Pflege mit Munddusche und/oder Zahnseide erfolgte, und ob die Empfehlung, die durch die Radiatio stark in Mitleidenschaft gezogene Mundschleimhaut täglich mit einem Absud von Kamille oder Salbei zu spülen, eingehalten worden ist.

Der Allgemeinzustand des Patienten wurde erfragt, der Ernährungszustand mit Körpergröße und Gewicht fand ebenfalls Eingang in die Erhebung. Eine Patientin weigerte sich, die zusätzliche Wartezeit für das Beantworten des Fragebogens auf sich zu nehmen.

Alle Patienten, für die eine Radiatio im Bereich der bezahnten Kiefer geplant ist, werden noch vor der Bestrahlung von den betreuenden Strahlentherapeuten wegen der bekannten postradiogenen Komplikationen hinsichtlich Osteoradionekrosen und Zerstörung der Zahnhartsubstanzen zu ihrem jeweiligen Zahnarzt geschickt oder aber an die Universitätszahnklinik München überwiesen, damit Zähne und Kiefer saniert werden. Dies umfasst zumeist die Extraktion nicht erhaltungswürdiger Zähne, vor allem im Bereich des geplanten Bestrahlungsfeldes, Entfernung verlagerter Zähne, sowie konservierende Behandlung kariöser Defekte. Auf diese Weise konnte der Zustand der Zähne, wie er sich uns zum Zeitpunkt der Untersuchung darstellte, mit jenem Befund verglichen werden, wie er nach der erfolgten Sanierung in der Universitätszahnklinik, sowie bei den jeweiligen Zahnärzten dokumentiert war. Hieraus konnte dann der Grad der eingetretenen Verschlechterung ersehen werden.

Tatsächlich wurden von 39 Patienten 28 saniert, bei dreien erfolgte die Füllung kariöser Zähne nur unvollständig und 8 erhielten keine sanierende Zahnbehandlung vor der Bestrahlung.

Die Zahnbefunde, wie sie vor der Bestrahlung (nach erfolgter Sanierung) und wie sie sich uns zum Zeitpunkt unserer Untersuchung darboten, wurden für jeden einzelnen Zahn in Schädigungsgraden (SG 1-4) angegeben:

SG1: Zahn ohne zu behandelnden kariösen Defekt

- a.) Zahn ohne Füllung oder zu behandelnden kariösen Defekt
- b.) Zahn mittels Füllung oder Krone saniert ohne weiteren kariösen Defekt oder Sekundärkaries.

SG2: Zahn kann mittels Füllung behandelt werden

- a.) Kariöse Defekte, die eine Füllungstherapie nötig machen (kariöse Defekte, die bis zu drei Zahnflächen einbeziehen).
- b.) Sekundärkaries an einer bereits vorhandenen Füllung, die durch eine erweiterte Füllung behandelt werden kann, oder Sekundärkaries an bereits vorhandenen Kronen, die mit erneuter Überkronung behandelt werden kann.
- c.) Seit der Sanierung vor der Bestrahlung (erneut) gefüllte Zähne.

SG3: Zahn muß überkront werden

- a.) Oberflächliche Ausdehnung der Karies über mehr als drei Zahnflächen, Indikation für Überkronung, sobald keine ausreichende Verankerung für eine Füllung mehr gegeben ist.
- b.) Sekundärkaries an Füllungen, die Überkronung notwendig werden läßt.
- c.) Seit der Sanierung vor der Bestrahlung (erneut) überkronte Zähne.

SG3: Zahn extraktionsreif

- a.) Zahnkrone völlig zerstört, es befinden sich nur noch Wurzelreste im Kieferknochen.
- b.) Seit der Sanierung vor der Bestrahlung extrahierte Zähne.

Aus der Differenz zwischen dem SG eines Zahnes vor der Bestrahlung zum SG desselben Zahnes zum Zeitpunkt unserer Untersuchung ergibt sich der Verschlechterungsgrad (VG), der dann auch die Grundlage anschließender statistischer Berechnungen bildet.

War z.B. der Zahn 16 vor der Bestrahlung mit SG1 und nun bei unserer Untersuchung mit SG3 bewertet worden, hat sich der Zahn in diesem Zeitraum um zwei Grade verschlechtert = Verschlechterungsgrad 2 (=VG2).

Aus der oben angeführten Definition der Schädigungsgrade ergeben sich für die Verschlechterungsgrade folgende Bedeutungen:

VG0: Keine Veränderung seit der Sanierung.

VG1: a.)An einem unbeschädigten Zahn, bzw. durch Füllung oder Krone sanierten Zahn (SG1) ist eine kariöse Läsion entstanden, die durch Füllung, Erweiterung einer bereits bestehenden Füllung, oder Erneuerung einer bereits bestehenden Krone (SG2) entweder bereits behoben wurde, oder behoben werden kann.

b.)Ein zum Zeitpunkt der Bestrahlung nicht sanierter, kariöser Zahn (SG2) muß nun, oder mußte zwischenzeitlich überkront werden (SG3).

c.)Ein zum Zeitpunkt der Bestrahlung stark kariöser und damit überkronungsbedürftiger Zahn (SG3) muß jetzt oder mußte zwischenzeitlich extrahiert werden (SG4).

VG2: a.)An einem unbeschädigten, oder durch Füllung sanierten Zahn (SG1) war die kariöse Läsion so groß, daß er entweder bereits überkront wurde, oder nun überkront werden muß (SG3).

b.)Ein zum Zeitpunkt der Bestrahlung unsanierter, kariöser Zahn (SG2) mußte wegen völliger kariöser Zerstörung entweder bereits extrahiert werden, oder ist jetzt bis zum Zahnfleischrand hinunter erweicht und somit extraktionsreif (SG4).

VG3: An einem unversehrten, oder mittels Füllung oder Krone sanierten Zahn (SG1) hat eine so starke Zerstörung stattgefunden, daß nur noch ein Wurzelrest im Kiefer verblieben ist, der Zahn bereits extrahiert wurde, oder nun extrahiert werden soll (SG4).

Der Fall, daß ein bis hinunter zum Gingivalrand zerstörter Zahn mit Wurzelfüllung und Stiftaufbau versorgt worden wäre, kam nicht vor und wurde deshalb auch nicht berücksichtigt.

Die Diagnosen, die wir von den Parodontien der Patienten stellten, wurden ebenfalls mit denen der Zahnärzte, bzw. der Universitätszahnklinik verglichen, um so eventuell eingetretene Veränderungen zu registrieren.

Mit den erhaltenen Verschlechterungsgraden wurden einerseits Durchschnittswerte für innerhalb und außerhalb des Bestrahlungsfeldes gelegene Zähne, sowie für die Gesamtzahl der Zähne gebil-

det (siehe auch Abbildung Nr.9, S.42). Zum anderen wurden die einzelnen Verschlechterungsgrade mittels Kontingenztabellen zu den Faktoren "Zahnpflege", "Zuckerkonsum", "Ernährung" und "Lagebeziehung der Zähne zum Bestrahlungsfeld" in Relation gesetzt (siehe Abbildungen Nr.10 bis 13, S.44-50). Die Kontingenztabellen wurden dann durch Chi-Quadrat-Test, wie im Kapitel "Ergebnisse" beschrieben, auf statistische Signifikanz geprüft.

ERGEBNISSE

Zunächst wurden für alle Patienten, bei denen die Zähne vor der Bestrahlung saniert worden sind und somit eine Verschlechterung im Vergleich zum Untersuchungsbefund errechnet werden konnte, durchschnittliche Verschlechterungsgrade für innerhalb und außerhalb des Bestrahlungsfeldes gelegene Zähne, sowie für die Gesamtzahl der im Mund vorhandenen Zähne errechnet. (Siehe Abb.Nr.9, S.42)

Es gibt 4 Verschlechterungsgrade (VG 0-3), die sich aus der Differenz der festgestellten Schädigungsgrade zum Zeitpunkt der Untersuchung und zum Zeitpunkt kurz vor der Bestrahlung an jedem Zahn ergeben. Für jeden Patienten wurde die Anzahl der auf jeden Verschlechterungsgrad entfallenden Zähne mit dem Grad der Verschlechterung multipliziert und das Ergebnis durch die Gesamtzahl der Zähne dividiert, wodurch sich für jede Spalte ein Mittelwert ergab. Ein mittlerer VG von 0,5 bedeutet so, daß sich 50% der Zähne um ein Grad, oder 25% der Zähne um zwei Grade oder 16,7% der Zähne um Grad 3 verschlechtert haben. So gerechnet kann es auch zu Verschlechterungen von 300% kommen, nämlich wenn auf alle Zähne VG3 zutrifft.

Beim Vergleich der durchschnittlichen Verschlechterungsgrade (=VGmittel) im Bestrahlungsfeld mit denen außerhalb des Feldes ist feststellbar, daß von 27 Patienten 16 eine stärkere Zahnverschlechterung innerhalb des Feldes aufwiesen als außerhalb. (Dieser Vergleich wurde nur bei Patienten durchgeführt, bei denen sich sowohl im Bestrahlungsfeld als auch außerhalb Zähne befanden. Die Zeiträume zwischen dem Bestrahlungsende und unserer zahnärztlichen Untersuchung lagen bei den einzelnen Patienten zwischen 1/4 Jahr und 3 1/2 Jahren, bei einem Medianwert von 1 1/2 Jahren.) Der Unterschied lag im Durchschnitt bei 0,83 mit einer Standardabweichung von $\pm 0,68$. Bei 6 Patienten waren die Zähne außerhalb des Feldes stärker geschädigt, wobei hier der Unterschied im Mittel bei 0,29 (Standardabweichung $\pm 0,19$), also deutlich niedriger liegt. 5 Patienten wiesen keinen unterschiedlichen VG innerhalb gegenüber außerhalb des Feldes auf. (12 Patienten konnten nicht gewertet werden, da entweder keine Sanierung der Zähne vor der Bestrahlung erfolgt ist, oder aber entwe-

NAME	DURCHSCHNITTLICHER VG DER ZÄHNE INNERHALB DES BESTRAHLUNGSFELDES	DURCHSCHNITTLICHER VG DER ZÄHNE AUßERHALB DES BESTRAHLUNGSFELDES	DIFFERENZ VG INNERHALB - VG AUßERHALB	DURCHSCHNITTLICHER VG DER GESAMTEN ZÄHNE
A.G.	0,6	0,0	0,6	0,2
B.H.	0,54	0,14	0,4	0,33
B.C.	1,0	0,69	0,31	0,75
C.M.	3,0	0,0	3,0	0,33
C.N.	—	—	—	—
E.A.	2,1	2,5	-0,4	2,2
E.H.	1,64	0,15	1,49	0,68
F.A.	—	1,21	—	1,21
F.H.	0,63	—	—	0,63
G.H.	1,33	1,0	0,33	1,07
G.H.	—	—	—	—
G.M.	—	0,3	—	0,3
G.Y.	—	1,0	—	1,0
H.H.	0,8	0,8	±0	0,75
H.G.	1,13	0,83	0,3	0,95
H.C.	1,31	0,5	0,81	0,96
H.R.	1,8	—	—	1,8
H.A.	—	—	—	—
H.P.	1,79	1,0	0,79	1,46
I.E.	1,5	1,6	-0,1	1,58
K.C.	—	0,43	—	0,43
K.G.	2,0	2,0	±0	2,0
K-F.A.	—	1,5	—	1,5
K.O.	0,87	0,69	0,18	0,77
K.H.	1,0	1,0	±0	1,0
L.G.	3,0	3,0	±0	3,0
M.M.	1,45	0,66	0,79	1,3
M.M.	1,4	0,17	1,23	0,57
R.W.	0,25	0,71	0,46	0,58
R.Y.	3,0	2,33	0,67	2,38
Sch. H.	1,9	1,8	0,1	1,9
Sch. A.	1,3	0,38	0,92	0,8
S.F.	—	—	—	—
St. J.	2,0	2,0	±0	2,0
T.B.	0,83	0,06	0,77	0,27
T.P.	1,5	1,5	±0	1,5
T.A.	2,0	2,25	-0,25	2,17
V.M.	—	1,5	—	1,5
W.F.	1,0	1,5	-0,5	1,4

(ABB.9: Mittelwerte der Verschlechterungsgrade. Von 27 Patienten, bei denen eine Differenz zwischen den mittleren VG innerhalb und außerhalb des Bestrahlungsfeldes gebildet werden konnte, lag bei 16 eine stärkere Verschlechterung der innerhalb gelegenen Zähne vor. Siehe Text S.41)

der alle Zähne oder kein Zahn im Bestrahlungsfeld lagen.

Eine Prüfung auf Signifikanz entfiel hier, da durch die Art der Entstehung der VG-Mittelwerte keine Normalverteilung vorliegt.

Es wurden sodann Kontingenztabellen erstellt, in denen jeweils 1.) die Zahnpflege (Siehe Abb.Nr.10, S.44), 2.) die Menge an Zuckerhaltigem, die die Patienten nach eigenen Angaben täglich zu sich nahmen (Abb.Nr.11a und 11b; S.45/46), 3.) die Qualität der Ernährung (Abb.Nr.12a und 12b, S.47/48) und 4.) die Lagebeziehung der Zähne zum Bestrahlungsfeld (Abb.Nr.13a und 13b, S.49/50) mit der Anzahl der Zähne, die auf die VG 0,1,2,3 entfielen, in Beziehung gesetzt wurden. Hierzu wurde das auswertbare Patientenkollektiv in 3 Gruppen geteilt, wobei allen 3 Gruppen gemeinsam ist, daß sie im Kieferbereich mit einer Dosis von 50-70 Gy HD (Herddosis) bestrahlt wurden und alle 4 großen Speicheldrüsen -Parotiden und Glandulae submandibulares- voll im Bestrahlungsfeld lagen. Die Patienten wurden demnach so ausgewählt, daß sie hinsichtlich dieser beiden wichtigen Faktoren: Bestrahlungsdosis und Schädigung der Speicheldrüsen annähernd vergleichbar waren. Die auswertbaren 26 Patienten verteilten sich auf die 3 Gruppen wie folgt:

1. Gruppe: Die Bestrahlung liegt 5 Monate bis 1 Jahr zurück;
2. Gruppe: Die Bestrahlung liegt 1 bis 2 Jahre zurück;
3. Gruppe: Die Bestrahlung liegt über 3 Jahre zurück;

Bei den Zahnpflegetabellen (Abb.Nr.10, S.44) fällt auf, daß die Mundhygiene allgemein als schlecht bezeichnet werden kann, wodurch auch in dieser Hinsicht ein einigermaßen einheitliches Kollektiv vorliegt. Gut gepflegte Zähne sind durchweg die Ausnahme und es scheint hier keine Korrelation zwischen Zahnpflege und Schädigung, bzw. Verschlechterung der Zähne zu bestehen. Betrachtet man alle 3 Gruppen, so kann man sogar zu dem Schluß gelangen, daß die schlecht gepflegten Zähne sich weniger verschlechtern haben, als die gut und mittelmäßig geputzten.

Auch scheint der Zuckerkonsum der Patienten nur eine untergeordnete Rolle zu spielen (Abb.Nr.11a und 11b, S.45/46). Es sind in keiner Gruppe eklatante Unterschiede zwischen der Verschlechterung der Zähne mit wenig und mit viel Zuckerhaltigem ernährter

VG	ZAHNPFLEGE (ZAHL DER ZÄHNE [n])			Σ
	GUT	MITTEL	SCHLECHT	
0	- -	1 = 7%	35 = 35%	36
1	2 = 100%	8 = 57%	31 = 30,5%	41
2	- -	5 = 36%	33 = 32,5%	38
3	- -	- -	2 = 2%	2
Σ	2 = 100%	14 = 100%	101 = 100%	117

GRUPPE 1: 5 Monate bis 1 Jahr nach Bestrahlungsende.

VG	ZAHNPFLEGE (ZAHL DER ZÄHNE [n])			Σ
	GUT	MITTEL	SCHLECHT	
0	15 = 42%	6 = 14%	59 = 36%	80
1	3 = 8%	16 = 37%	45 = 27%	64
2	15 = 42%	20 = 47%	43 = 26%	78
3	3 = 8%	1 = 2%	19 = 11%	23
Σ	36 = 100%	43 = 100%	166 = 100%	245

GRUPPE 2: 1 bis 2 Jahre nach Bestrahlungsende.

VG	ZAHNPFLEGE (ZAHL DER ZÄHNE [n])			Σ
	GUT	MITTEL	SCHLECHT	
0	3 = 16%	- -	2 = 3%	5
1	1 = 5%	- -	13 = 22%	14
1,5*	5 = 26%	- -	33 = 56%	38
2	6 = 32%	- -	1 = 2%	7
3	4 = 21%	- -	10 = 17%	14
Σ	19 = 100%	- -	59 = 100%	78

GRUPPE 3: Über 2 Jahre nach Bestrahlungsende.

(ABB. 10: Zahnpflege-/VG- Kontingenztafel für die Gruppen 1 bis 3. Dosis: 50-70 Gy und alle 4 großen Mundspeicheldrüsen voll im Bestrahlungsfeld bei allen 3 Gruppen)
1,5*: Siehe Seite 48.

VG	ZUCKERKONSUM (ZAHL DER ZÄHNE [%])		Σ
	WENIG	VIEL	
0	15 = 28%	21 = 33%	36
1	22 = 42%	19 = 30%	41
2	15 = 28%	23 = 36%	38
3	1 = 2%	1 = 2%	2
Σ	53 = 100%	64 = 100%	117

GRUPPE 1: 5 Monate bis 1 Jahr nach Bestrahlungsende.

VG	ZUCKERKONSUM (ZAHL DER ZÄHNE [%])		Σ
	WENIG	VIEL	
0	39 = 38%	41 = 32%	80
1	21 = 21%	43 = 28%	64
2	36 = 35%	42 = 28%	78
3	6 = 6%	17 = 12%	23
Σ	102 = 100%	143 = 100%	245

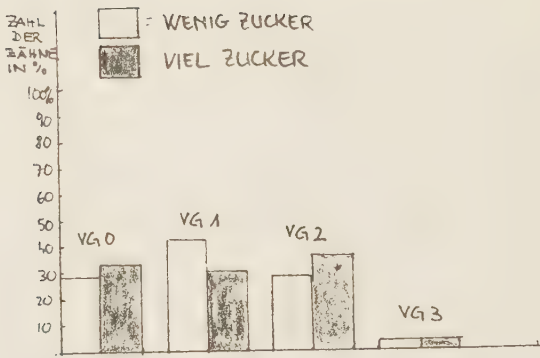
GRUPPE 2: 1 bis 2 Jahre nach Bestrahlungsende.

VG	ZUCKERKONSUM (ZAHL DER ZÄHNE [%])		Σ
	WENIG	VIEL	
0	2 = 4%	3 = 11%	5
1	9 = 18%	5 = 19%	14
1,5*	38 = 75%	-	38
2	1 = 2%	6 = 22%	7
3	1 = 2%	13 = 48%	14
Σ	51 = 100%	27 = 100%	78

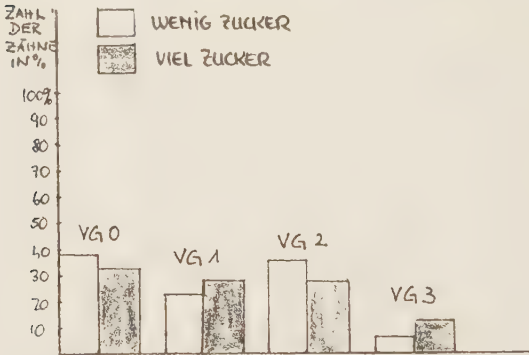
GRUPPE 3: Über 2 Jahre nach Bestrahlungsende.

(ABB. 11a: Zuckerkonsum-/VG- Kontingenztabelle für die Gruppen 1 bis 3. Dosis: 50-70 Gy und alle 4 großen Mundspeicheldrüsen voll im Bestrahlungsfeld bei allen 3 Gruppen.)

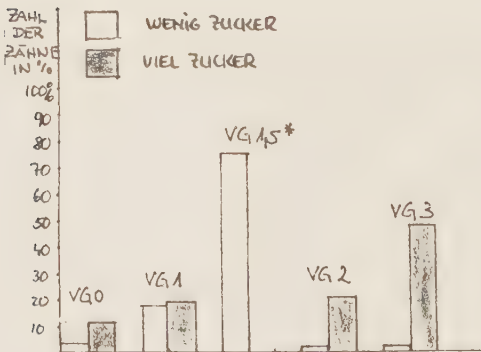
1,5*: Siehe Seite 48.



GRUPPE 1



GRUPPE 2



GRUPPE 3

(ABB. 11b: Darstellung von 11a als Balkengraphik)
1,5*: Siehe Seite 48.

VG	ERNÄHRUNG (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	AUSGEWOGEN	UNAUSGEWOGEN	
0	27 = 44%	9 = 16%	36
1	16 = 26%	25 = 45%	41
2	17 = 28%	21 = 37%	38
3	1 = 2%	1 = 2%	2
Σ	61 = 100%	56 = 100%	117

$\chi^2 = 2,8$

keine Signifikanz.

GRUPPE 1: 5 Monate bis 1 Jahr nach Bestrahlungsende.

VG	ERNÄHRUNG (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	AUSGEWOGEN	UNAUSGEWOGEN	
0	50 = 49%	30 = 22%	80
1	20 = 17%	44 = 32%	64
2	28 = 24%	50 = 37%	78
3	11 = 10%	12 = 9%	23
Σ	109 = 100%	136 = 100%	245

$\chi^2 = 1,1$

keine Signifikanz.

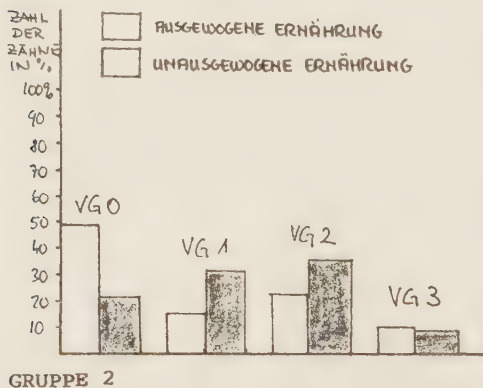
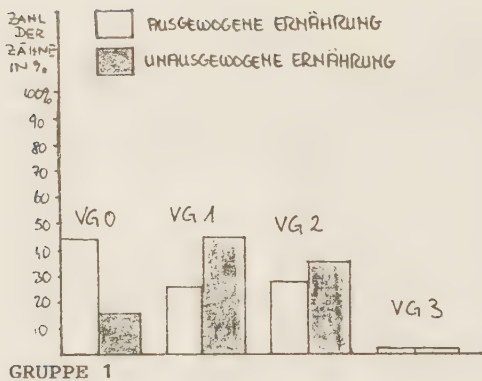
GRUPPE 2: 1 bis 2 Jahre nach Bestrahlungsende.

VG	ERNÄHRUNG (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	AUSGEWOGEN	UNAUSGEWOGEN	
0	5 = 6%	- -	5
1	14 = 18%	- -	14
1,5*	38 = 49%	- -	38
2	7 = 9%	- -	7
3	14 = 18%	- -	14
Σ	78 = 100%	- -	78

GRUPPE 3: Über 2 Jahre nach Bestrahlungsende.

(ABB. 12a: Ernährungs-/VG- Kontingenztabelle für die Gruppen 1 bis 3. Dosis: 50-70 Gy und alle 4 großen Mundspeicheldrüsen voll im Bestrahlungsfeld bei allen 3 Gruppen.)

1,5*: Siehe Seite 48.



(ABB. 12b: Darstellung von 12a als Balkengraphik mit Ausnahme von Gruppe 3 (alle ausgewogen ernährt).)

1,5*: VG1,5 entsteht dadurch, daß bei 2 Patienten keine vollständige Sanierung einiger Zähne stattfand, da die damals anstehende Füllungstherapie wegen sofort notwendiger Radiatio verschoben wurde. Die Zähne waren ca. 1 - 1,5 Jahre nach der Bestrahlung so stark zerstört, daß sie extrahiert werden mußten. Da die genaue Schädigung der Zähne vor der Radiatio nicht bekannt war, wurde hier ein Schädigungsgrad (SG) von 2 (Füllung nötig) bis 3 (Überkronung nötig) angenommen, wodurch sich nach Extraktion dieser Zähne (=SG4) ein Verschlechterungsgrad von 1 - 2, also 1,5 ergibt.

VG	LAGE ZUM BESTRAHLUNGSFELD (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	INNERHALB	AUßERHALB	
0	6 = 13%	30 = 42%	36
1	17 = 37%	24 = 34%	41
2	23 = 50%	15 = 21%	38
3	-	2 = 3%	2
Σ	46 = 100%	71 = 100%	117

kein Chi-Quadrat-Test wegen signifikanten Zusammenhanges zwischen Ernährung und Lage der Zähne zum Bestrahlungsfeld. (Siehe Abb. 14a + b S. 52.)

GRUPPE 1: 5 Monate bis 1 Jahr nach Bestrahlungsende.

VG	LAGE ZUM BESTRAHLUNGSFELD (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	INNERHALB	AUßERHALB	
0	15 = 15%	65 = 45%	80
1	31 = 30%	33 = 23%	64
2	46 = 45%	32 = 22%	78
3	10 = 11%	13 = 9%	23
Σ	102 = 100%	143 = 100%	245

$\chi^2 = 28,14$ bei 3 Freiheitsgraden signifikant mit höchstens 1% Irrtumswahrscheinlichkeit.

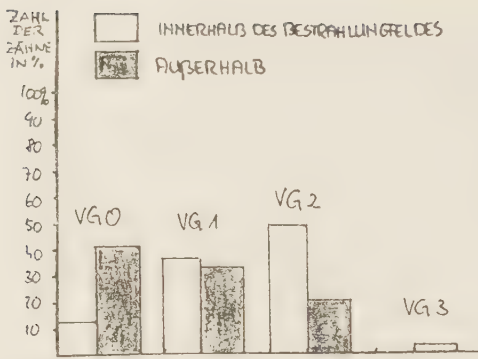
GRUPPE 2: 1 bis 2 Jahre nach Bestrahlungsende.

VG	LAGE ZUM BESTRAHLUNGSFELD (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	INNERHALB	AUßERHALB	
0	3 = 11%	2 = 4%	5
1	1 = 4%	13 = 25%	14
1,5 *	12 = 44%	26 = 51%	38
2	6 = 22%	1 = 2%	7
3	5 = 19%	9 = 18%	14
Σ	27 = 100%	51 = 100%	78

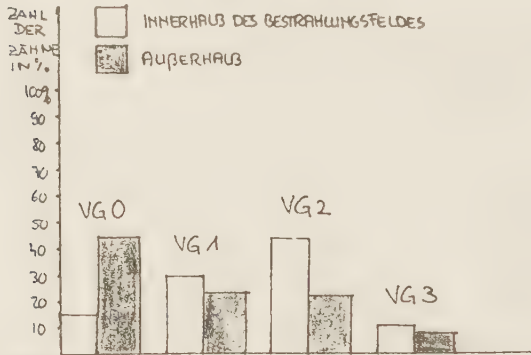
$\chi^2 = 14,33$ bei 4 Freiheitsgraden signifikant mit höchstens 1% Irrtumswahrscheinlichkeit.

GRUPPE 3: Über 2 Jahre nach Bestrahlungsende.

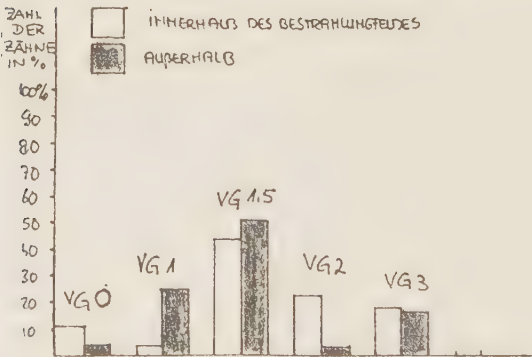
(ABB. 13a: Lage der Zähne zum Bestrahlungsfeld-/VG- Kontingenztabelle für die Gruppen 1 - 3. Dosis: 50-70 Gy und alle 4 großen Mundspeicheldrüsen voll im Bestrahlungsfeld bei allen 3 Gruppen.)
1,5*: Siehe Seite 48.



GRUPPE 1



GRUPPE 2



GRUPPE 3

(ABB. 13b: Darstellung von 13a als Balkengraphik.)

1,5*: Siehe Seite 48.

Patienten feststellbar.

Die Betrachtung der Abb.Nr.12a und b (S.47/48) legt die Vermutung nahe, daß der Faktor ausgewogene/unausgewogene Ernährung Einfluß auf den Schaden der Zähne nimmt. Prozentual gesehen liegt sowohl in der Gruppe 1, als auch in der Gruppe 2 bei ausgewogen Ernährten der Hauptanteil (44% bzw. 49%) der Zähne bei VG0 (=keine Verschlechterung), während in der Spalte der unausgewogen Ernährten der Gipfel bei VG1 und VG2 liegt (Gruppe 1: 45% bei VG1 und 37% bei VG2 ;Gruppe 2: 32% bei VG1 und 37% bei VG2). In der Gruppe 3 ernährten sich alle Patienten ausgewogen.

Ebenso interessant ist die Betrachtung der Abb.Nr.13a und b (S.49/50).In den Gruppen 1 und 2 ist deutlich zu erkennen, daß innerhalb des Bestrahlungsfeldes gelegene Zähne stärker geschädigt werden (zumindest in den ersten 1 bis 2 Jahren), als außerhalb befindliche. Dies korreliert mit und verdeutlicht die Ergebnisse der weiter oben erwähnten Mittelwerttabelle der Verschlechterungsgrade (Abb.Nr.9,S.42). In Gruppe 1 und 2 haben sich die meisten (50% bei Gruppe 1 bzw. 45% bei Gruppe 2) der im Bestrahlungsfeld gelegenen Zähne um VG2 verschlechtert, unverändert geblieben sind hier nur 13% bzw. 15% der Zähne. Es ist hier ein Ansteigen der Zahlen von VG0 nach VG2 zu verzeichnen. Umgekehrt sind in beiden Gruppen die außerhalb des Bestrahlungsfeldes gelegenen Zähne zu 42% bzw. 45% unverändert seit der Sanierung, wobei die Zahlen von VG0 nach VG2 deutlich abnehmen.

Bei Gruppe 3 sind die Verteilungen auch unterschiedlich, jedoch nicht in der Weise, daß man augenscheinlich noch auf einen Einfluß der Lage der Zähne zum Bestrahlungsfeld schließen kann. Die Gipfel liegen in beiden Spalten bei VG1,5 ,während hier sogar bei den im Bestrahlungsfeld gelegenen Zähnen mehr (11%) unverändert geblieben sind , als außerhalb (4%).

Die nun in den Abb.Nr.12 (S.47) und Abb.Nr.13 (S.49) gefundenen Sachverhalte wurden daraufhin mittels Chi-Quadrat-Test für unabhängige Stichproben auf Signifikanz geprüft. Die Bedingungen um diesen Test durchführen zu können sind neben der Normalverteilung, daß

1.)alle Zähne vorher saniert waren und

2.)zwischen den Probanden in den Gruppen auf Grund anderer

Einflüsse als Bestrahlung kein gravierender Unterschied hin-

sichtlich der Schädigung der Zähne besteht.

Beide Forderungen sind hier erfüllt. (Siehe hierzu jedoch auch im Diskussionsteil die Erörterung über Einflüsse wie z.B. ungenügende Zahnsanierung etc.)

Um auszuschließen, daß die Ergebnisse der Ernährungskontingenztafeln und der Bestrahlungsfeldkontingenztafeln zufällig in der Weise miteinander in Beziehung stehen, daß sich bei ausgewogen Ernährten zumeist die Zähne außerhalb des Bestrahlungsfeldes befanden, wurden bei den Gruppen 1 und 2 mittels 2x2-Felder-Tafeln überprüft, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen ausgewoge-

ner/unausgewogener Ernährung und Lage der Zähne innerhalb/außerhalb des Bestrahlungsfeldes besteht. (Siehe hierzu Abb.14a und b, S.52). Bei Gruppe 3 war dies nicht notwendig, da sich hier nur ausgewogen Ernährte befinden.

ERNÄHRUNG	LAGE ZUM BESTRAHLUNGSFELD (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	INNERHALB	AUßERHALB	
AUSGEWOGEN	17	44	61
UN AUSGEWOGEN	29	27	56
Σ	46	71	117

$$\chi^2 = 6,03$$

signifikant mit 5%
Irrtumswahrscheinlichkeit.

(ABB.14a: Gruppe 1)

ERNÄHRUNG	LAGE ZUM BESTRAHLUNGSFELD (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	INNERHALB	AUßERHALB	
AUSGEWOGEN	42	70	112
UNAUSGEWOGEN	60	73	133
Σ	102	143	245

$$\chi^2 = 1,15$$

keine Signifikanz

(ABB.14b: Gruppe 2)

ABB.14a und b: 2x2-Felder-Tafeln zur Überprüfung, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen Ernährung und Lagebeziehung der Zähne zum Bestrahlungsfeld besteht.

Der auf die oben abgebildeten 2x2-Felder-Tafeln angewendete Chi-Quadrat-Test war bei Gruppe 1 signifikant mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 5%, bei Gruppe 2 ergab sich keine Signifikanz. Bei Gruppe 1 (Abb.Nr.14a, S.52) liegen also tatsächlich die meisten Zähne der unausgewogen ernährten Patienten unzufällig häufig im Bestrahlungsfeld, sowie sich umgekehrt bei den ausgewogen Ernährten die meisten Zähne außerhalb des Feldes befinden, was für einen Einfluß dieser Verteilung auf das Ergebnis aus Abb.Nr.13a (S.49) spricht. Zur weiteren Überprüfung wurde die Gruppe 1 in ausgewogen Ernährte (Gruppe 1a) und unausgewogen Ernährte (Gruppe 1u) geteilt, bei denen wiederum in zwei getrennten Kontingenztafeln Verschlechterungsgrade der Zähne und Lage der Zähne innerhalb des Feldes und außerhalb des Feldes gegenübergestellt wurden. (Siehe Abb.Nr.16a und 16b, S.53/54)

VG	LAGE ZUM BESTRAHLUNGSFELD (ZAHL DER ZÄHNE IN)		Σ
	INNERHALB	AUßERHALB	
0	5 = 29,5%	22 = 50%	27
1	5 = 29,5%	11 = 25%	16
2	7 = 41,0%	10 = 23%	17
3	- -	1 = 2%	1
Σ	17 = 100%	44 = 100%	61

$\chi^2 = 3,15$
keine Signifikanz

(ABB.15a: Gruppe 1a(ausgewogen ernährt))

VG	LAGE ZUM BESTRAHLUNGSFELD (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	INNERHALB	AUßERHALB	
0	1 = 4 %	8 = 20 %	9
1	12 = 41 %	16 = 39 %	28
2	16 = 55 %	16 = 39 %	32
3	- -	1 = 2 %	1
Σ	29 = 100 %	41 = 100 %	70

$\chi^2 = 5,12$
keine Signifikanz

(ABB.15b: Gruppe 1u(unausgewogen ernährt))

ABB.15a und 15b: Kontingenztafeln und Chi-Quadrat-Test für Gruppe 1 (5 Monate bis 1 Jahr nach Bestrahlungsende) nach Unterteilung in ausgewogen (=Gruppe 1a) und unausgewogen ernährt (=Gruppe 1u).

In einem Chi-Quadrat-Test für 2xk-Felder ergab sich bei den beiden Teilgruppen 1a und 1u keine Signifikanz. Obgleich also aus der Abb.Nr.15a (S.53) hervorgeht, daß alle außerhalb des Feldes gelegenen Zähne bei ausgewogen Ernährten sich weniger verschlechtern haben, ist bei der vorliegenden Verteilung ein hohes Maß an Zufälligkeit nicht ausgeschlossen. Bei den unausgewogen ernährten Patienten (Abb.Nr.15b,S.54) hingegen liegt auch augenscheinlich keine stark unterschiedliche Verteilung vor, wobei die Tendenz zu geringerem Kariesbefall bei Lage der Zähne außerhalb des Bestrahlungsfeldes auch hier noch zu erkennen ist.

Bei Gruppe 2 (Zeitraum seit Bestrahlungsende 1-2 Jahre, Dosis 50-70 Gy, alle 4 großen Speicheldrüsen voll im Bestrahlungsfeld, siehe Abb.Nr.13a,S.49) wurde zunächst keine Teilung zwischen ausgewogen und unausgewogen Ernährten vorgenommen.

Hier ergab sich bei Anwendung des Chi-Quadrat-Tests eine Signifikanz mit Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 1%, womit zumindest in dieser Gruppe gesichert ist, daß die unbestrahlte ge-

bliebenen Zähne auch deutlich geringere Verschlechterungen aufwiesen.

Um eine einheitliche Aussage über alle ausgewogen Ernährten in allen 3 Gruppen machen zu können, wurde nun auch noch Gruppe 2 in ausgewogen ernährt (Gruppe 2a) und unausgewogen ernährt (Gruppe 2u) geteilt, wobei wieder für jede dieser Untergruppen je eine Kontingenztafel (2xk) mit Verschlechterungsgrad der Zähne und Lage der Zähne innerhalb und außerhalb des Bestrahlungsfeldes erstellt wurde. (Abb.Nr.16a und 16b, S.55/56)

Für Gruppe 2a ergab sich dabei ein signifikantes Ergebnis unter der 1%-Grenze, für Gruppe 2u jedoch keine Signifikanz.

VG	LAGE ZUM BESTRAHLUNGSFELD (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	INNERHALB	AUßERHALB	
0	11	60	71
1	13	13	26
2	19	9	28
3	5	7	12
Σ	48	89	137

$$\chi^2 = 27,96$$

signifikant mit 1%
Irrtumswahrscheinlichkeit.

(ABB.16a: Gruppe 2a(ausgewogen ernährt))

VG	LAGE ZUM BESTRAHLUNGSFELD (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	INNERHALB	AUßERHALB	
0	4	11	15
1	18	23	41
2	27	23	50
3	5	4	9
Σ	54	61	115

$\chi^2 = 3,9$
keine Signifikanz.

(ABB.16b: Gruppe 2u(unausgewogen ernährt))

ABB.16a und 16b: Kontingenztafeln und Chi-Quadrat-Test für Gruppe 2 (1 bis 2 Jahre nach Bestrahlungsende) nach Unterteilung in ausgewogen (=Gruppe 2a) und unausgewogen ernährt (=Gruppe 2u).

Gruppe 3 wurde ebenfalls mittels Chi-Quadrat-Test geprüft. Es brauchte keine Teilung in ausgewogen und unausgewogen Ernährte stattfinden, da sich hier ohnehin alle Patienten ausgewogen ernährt haben. Es ergab sich auch hier Signifikanz mit 1% Irrtumswahrscheinlichkeit. (Siehe Abb.Nr.13a, S.49)

Da bei Gruppe 3 nun laut Chi-Quadrat-Test eine nicht zufällige unterschiedliche Verteilung besteht, die jedoch nur schwer interpretierbar ist, wurde erneut eine 2x2-Felder-Tafel erstellt, wobei für diese Gruppe die VG0 und VG1 zusammengefaßt, sowie die VG1,5, 2 und 3 als eine zusammengehörige Reihe der Lage der Zähne innerhalb und außerhalb des Bestrahlungsfeldes gegenübergestellt wurden. (Abb.Nr.17, S.57) Dieses Vorgehen sollte zeigen, ob hier ebenfalls der Hauptanteil der unbestrahlt gebliebenen Zähne bei den niedrigen VG1 und 2 zu finden ist. Hier ergab sich für Gruppe 3 kein signifikantes Ergebnis. Auch bei Gruppe 2a (ebenfalls ausgewogen Ernährte) wurden die VG und die Lagebeziehung der Zähne wie soeben für Gruppe 3 beschrieben in Relation

gesetzt (Abb.Nr.18,S.57). Das Ergebnis ist bei Anwendung des Chi-Quadrat-Tests mit 1% Irrtumswahrscheinlichkeit signifikant.

VG	LAGE ZUM BESTRAHLUNGSFELD (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	INNERHALB	AUßERHALB	
0+1	4	15	19
1,5;2;3	11	10	21
Σ	15	25	40

$$\chi^2 = 1,33$$

keine Signifikanz.

(ABB.17: 2x2-Felder-Tafel und Chi-Quadrat-Test für Gruppe 3 zur Überprüfung, ob der Hauptanteil der unbestrahlt gebliebenen Zähne bei den niedrigen Verschlechterungsgraden VG1 und VG2 liegt.)

VG	LAGE ZUM BESTRAHLUNGSFELD (ZAHL DER ZÄHNE [n])		Σ
	INNERHALB	AUßERHALB	
0+1	24	73	97
2+3	24	16	40
Σ	48	89	137

$$\chi^2 = 13,96$$

signifikant mit
weniger als 1%
Irrtumswahrscheinlichkeit

(ABB.18: 2x2-Felder-Tafel und Chi-Quadrat-Test für Gruppe 2a (=ausgewogen Ernährte, 1 bis 2 Jahre nach Bestrahlungsende) zum selben Zweck wie bei ABB.17 beschrieben.)

Dies zeigt, daß zwar bei Gruppe 3 eine signifikant unterschiedliche Verteilung vorliegt, die jedoch keinen einheitlichen Trend zum Schlechteren weder für innerhalb noch für außerhalb des Bestrahlungsfeldes gelegene Zähne ergibt.

Bei Gruppe 2a bestätigt dies wiederum, daß eine eindeutige Tendenz zur Verschlechterung bei innerhalb des Feldes befindlichen Zähnen vorliegt.

Bei Anwendung des Chi-Quadrat-Tests auf die Ernährungs-Kontingenztafeln (Abb.Nr.12a,S.47) war weder für die Gruppe 1 noch für Gruppe 2 statistische Signifikanz zu erhalten.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Obgleich für Gruppe 1 die Lage der Zähne innerhalb oder außerhalb des Bestrahlungsfeldes signifikant mit ausgewogener bzw. unausgewogener Ernährung der Patienten korreliert und daher kein statistisch eindeutiges Ergebnis für diese Gruppe formuliert werden kann, kann man doch für die Gruppe 2 eindeutig (1% Irrtumswahrscheinlichkeit) feststellen, daß innerhalb des Bestrahlungsfeldes gelegene Zähne deutlich stärkeren Kariesbefall aufweisen, als außerhalb gelegene. Auch wenn Gruppe 2, wie bei Gruppe 1 notwendigerweise geschehen, in ausgewogen Ernährte (Gruppe 2a) und unausgewogen Ernährte (Gruppe 2u) unterteilt wird, ist bei Gruppe 2a obige Feststellung immer noch mit 99%-iger Sicherheit signifikant. Auch dort, wo der Chi-Quadrat-Test keine ausreichenden Ergebnisse zeigte (Gruppen 1a,1u und 2u), ist die Tendenz zu stärkerer Verschlechterung im Bestrahlungsfeld gelegener Zähne zumindest augenscheinlich. Ebenso unterstützen die Werte der VG-Mittelwert-Tabelle (Abb.Nr.9,S.42) obige Hypothese. Auch sollte man bei der Beurteilung beachten, daß der Einfluß der Ernährungsgewohnheiten auf die Zahnverschlechterung nicht evident ist, da sich weder für Gruppe 1 noch für Gruppe 2 eine diesbezügliche Signifikanz finden ließ und somit die sich aus Abb.Nr.12a,S.47 ergebende Beziehung: ausgewogene Ernährung = geringere Zahnverschlechterung durchaus zufällig sein kann.

Nach einem Zeitraum von über 2 Jahren nach Bestrahlungsende (=Gruppe 3) konnte jedoch keine unterschiedliche Zahnverschlechterung zwischen außerhalb und innerhalb des Bestrahlungsfeldes gelegenen Zähnen mehr festgestellt werden.

DISKUSSION

Ogbleich sich der Mundbefund bei den einzelnen Patienten nicht nur auf den Zustand der Zahnhartsubstanzen erstreckte, sondern auch die Parodontien mitbeurteilte, wurde auf die strahleninduzierte Schädigung des Zahnhalteapparates nicht eingegangen, da bei den meisten Patienten kein Vergleich zum Zustand vor der Bestrahlung möglich war. Dies entweder, weil die behandelnden Zahnärzte diesen nicht oder nur unzureichend dokumentiert hatten, oder aber weil die Parodontien vor der Bestrahlung schon in einem äußerst schlechten Zustand waren und auch durch die Bestrahlung keine ärgere Verschlimmerung mehr eingetreten ist. Es wurde jedoch bei allen Patienten zumindest eine Parodontitis marginalis superficialis festgestellt, es gab kein entzündungsfreies Parodontium.

Obwohl nur für die Gruppe 2 (Zeitraum zw. Ende der Bestrahlung und Untersuchungszeitpunkt 1 bis 2 Jahre) statistisch signifikant belegt werden kann (1% Irrtumswahrscheinlichkeit), daß innerhalb des Bestrahlungsfeldes gelegene Zähne eine deutlich stärkere Verschlechterung aufweisen als außerhalb gelegene, ist diese Tendenz auch deutlich aus der Kontingenztafel der Gruppe 1 (Zeitraum zw. Ende der Bestrahlung und Untersuchungszeitpunkt 5 Monate bis 1 Jahr) (Abb.Nr.13a,S.49) zu sehen, bzw. beim gesamten Patientenkollektiv, wenn man sich die Mittelwerte der Verschlechterungsgrade innerhalb und außerhalb des Feldes ansieht (Abb.Nr.9,S.42).

Die Gruppe 3, deren Bestrahlungsende über 2 Jahre zurückliegt, weist diese Unterschiede nicht mehr auf.

In der Literatur wird häufig die Mundtrockenheit als alleinverursachend für die Karies angesehen, woraus auch folgt, daß alle Zähne, ungeachtet ihrer Lagebeziehung zum Bestrahlungsfeld als gleichermaßen stark von der Strahlenkaries betroffen beurteilt werden (15).

Dies verdeutlicht auch folgendes Zitat:"In the past, it was felt that postirradiation root decay was the direct result of ionizing beams on tooth itself, but subsequent studies have shown that even teeth outside the ionizing beam become decayed." (7)

Auch Toljanic (45) faßt die Ergebnisse mehrerer Autoren wie folgt zusammen: "An important point is , that irradiation does not directly cause dental caries. No histologic changes have been shown in either enamel or dentin after direct radiation exposure at therapeutic doses.

Furthermore, teeth may show susceptibility to radiation caries even when they are located outside the fields of radiation." (45)

Sonnabend stellte auch fest, daß "trotz ihrer engen Beziehung zum Bestrahlungsherd die zum Zeitpunkt der Bestrahlung nur unter der Schleimhaut liegenden Weisheitszähne, weder im Bereich ihres Schmelzes, noch in der Pulpa Veränderungen (zeigten), die auf einen Strahlenschaden schließen lassen." (43)

Demgegenüber gibt es jedoch auch Stimmen, die zwar all die in der Einleitung diskutierten Untersuchungsergebnisse über die schädigende Auswirkung der Speicheldrüsenzerstörung anerkennen, aber trotzdem einräumen, daß die innerhalb des Bestrahlungsfeldes noch vorhandenen Zähne stärker kariös geschädigt sind.

Engelmeier und King (20) können hier direkt zitiert werden: "Teeth within the field are often directly damaged by the radiation beam." (20)

Während In-Vitro-Studien im allgemeinen zeigten, daß bestrahlte Zähne sich nicht chemisch oder strukturell ändern (zit.n.7), fand man bei einer In-Vivo-Studie an Rattenzähnen (zit.n.7) einige Hinweise auf Veränderungen an Zahngeweben, die durch Bestrahlung verursacht werden. Britt (7) gibt jedoch zu bedenken, daß bei Nagern, im Gegensatz zu Menschen, die Zähne permanent im Durchbruch sind, um den okklusalen Abrieb zu kompensieren. Der Bestrahlungseffekt sei somit in dieser Studie an sich entwickelnden und nicht -wie beim Menschen- an fertig ausgebildeten Zähnen festgestellt worden.

Auch weiß man seit langem, daß nach der Bestrahlung der sich in der Entwicklung befindliche menschliche "Kiefer und seine Zähne in seinem Wachstum zurückbleibt, die Zähne verspätet durchbrechen, in ihrer Form verkümmern und die Zahnzahl reduziert sein kann." (43) Jaffe, Toth und Mitarbeiter (27) stellten an 68 bestrahlten Kindern, die sie über längere Zeit beobachteten, Zahnveränderungen und maxillofaciale Abnormalitäten fest. Die Veränderungen an den Zähnen beschrieben sie mit einer Verkürzung und

einem plumpen Aussehen der Wurzeln, unvollständiger Kalzifizierung, einem noch vor Beendigung der Zahnreifung auftretenden Schluß der Wurzelspitzen, gehemmter oder verzögerter Zahnentwicklung und Karies. Die Veränderungen des Kiefer-Gesichtsschädels waren von Trismus, abnormen Okklusionsverhältnissen und Gesichtsdeformierungen geprägt. Je niedriger das Alter der bestrahlten Kinder und je höher die Strahlendosis war, desto schwerer waren die oben geschilderten Folgeschäden (27).

Bestrahlungsdosen, die niedriger als 10 Gy liegen, hemmen das Wachstum der Zahnkeime, Dosen über 10 Gy zerstören den Keim komplett, so daß je nach Entwicklungsstadium die Zähne entweder abnorm klein bleiben, ohne Wurzel durchbrechen, oder große Defekte in der Dentin- und Schmelzentwicklung zeigen (34). Baker (1) beschreibt die Folgen der Bestrahlung eines Weichteilsarkoms mit Co-60 bei einem jungen Patienten: "There was a progressive loss of enamel starting about six months following completion of therapy presumably due to hypocellularity of those cells responsible for maintaining the enamel. The dentin appeared to be less damaged." (1)

Direkt strahleninduzierte Veränderungen der Pulpa werden auch vielerorts diskutiert und könnten die Ursache für die zumindest in den ersten Jahren nach Beendigung der Bestrahlung stärkere kariöse Zerstörung der innerhalb des Bestrahlungsfeldes befindlichen Zähne sein. Obgleich Toljanic und Mitarbeiter (45) die herrschenden Ansichten zu diesem Thema als widersprüchlich bezeichnen ("Controversy exists as to the pulpal effects of radiation. Research has described the response alternately as odontoblastic and reticular atrophy or not existant."), gibt es auch eindeutige Stimmen, die eine derartige Schädigung für erwiesen halten: "The developing tooth, and to less extent the adult tooth, both present constituent cells that exhibit proliferation, maturation, and secretion ... It seems likely that most of the dental changes caused by direct irradiation of the adult tooth are due to radiation-induced obliteration of pulp vasculature." (34)

Shafer und Coautoren (40), sowie del Regato (15) beobachteten eine extrem gering schmerzempfindliche Pulpa. Das Fehlen der akuten vasculären Antwort auf adäquate Pulpenreize betrachten sie

als ein Resultat des Strahlenschadens der Kapillaren, gefolgt von Fibrose und zellulärer Atrophie. Auch wurde in diesem Zusammenhang ein Abnehmen der sekretorischen Funktion der Odontoblasten festgestellt, worin Beuncer und Mitarbeiter (4) die Begründung für die nur geringe Gewebeantwort der Pulpa auf Trauma und Infektion sehen.

Andererseits zitiert Baker (1) einen Versuch an den bleibenden Zähnen von Affen, die mit Dosen bis zu 70 Gy bestrahlt wurden, wobei man keine histologischen Unterschiede der Zahnpulpa gegenüber normalen unbestrahlten Pulpen fand. Er hält daher die Pulpa für ein sehr strahlenresistentes Gewebe.

Die Hauptantwort auf die durch unsere Ergebnisse aufgeworfene Frage, warum es zu ausgedehnter Karies innerhalb des Bestrahlungsfeldes kommt, als außerhalb, ist wohl in den grundlegenden Veränderungen der Gewebetrophik dieses Gebietes zu suchen. Man ist sich allgemein darüber einig, daß die Bestrahlung der Kiefer eine Schädigung der Gefäßendstromgebiete und der versorgenden Gewebe verursacht, die sich in Teleangiektasien, Verschuß von Kapillaren, Verdickung der Blutgefäßwände und zunehmender Hyalinisierung und Fibrosierung zeigt (1). Auch Gewebeödeme und Endarteriitis treten auf (7). All das führt zu einem allgemeinen Rückgang des effektiven Blutflusses (20 und zit.n.7). Obgleich diese Veränderungen sicher auch die Mikrozirkulation der Pulpa betreffen, ist zumindest doch damit zu rechnen, daß die Trophik der Zähne, die in enger und komplexer Beziehung zum versorgenden Kiefer stehen, durch die Bestrahlung beeinträchtigt wird (34). Dies könnte möglicherweise auslösend dafür sein, daß die im Bestrahlungsgebiet gelegenen Zähne durch die Mundtrockenheit und alle damit zusammenhängende Veränderungen wie Bakterienschicht, veränderte Ernährung, verminderte Selbstreinigung der Zähne etc., dem Kariesangriff weniger entgegenzusetzen haben, als außerhalb des Feldes gelegene Zähne, deren Trophik besser ist. Wenn die Karies über mehrere Jahre besteht, sind die Unterschiede dann wahrscheinlich so weit ausgeglichen, daß der kariöse Befall ein einheitliches Erscheinungsbild zeigt.

Als für diese Vermutung beispielhaft möchte ich an dieser Stelle einige Fallbeispiele aufführen:

Bei den Patienten G.M. und H.G. lag die Bestrahlung erst 3 Monate zurück. Beide erhielten im Kieferbereich eine identische Strahlendosis von 60 Gy, bei beiden lagen alle 4 großen Speicheldrüsen im Bestrahlungsfeld. Beim Patienten G.M. lag kein Zahn im Bestrahlungsfeld. Er wies einen mittleren VG aller Zähne von 0,3 auf, während beim Patienten H.G. 8 Zähne mitbestrahlt wurden, deren gemittelter VG 1,13 betrug bei einem durchschnittlichen VG der Zähne außerhalb des Feldes von 0,83. Dies obgleich bei letzterem Patienten die Zahnpflege wesentlich besser war, als bei ersterem.

Die Patienten S.A. und T.B. wurden beide 9 Monate nach Bestrahlungsende untersucht, alle 4 großen Speicheldrüsen lagen bei beiden im Feld und beide erhielten eine vergleichbare Strahlendosis (55 bzw. 60 Gy). S.A. wies einen mittleren VG im Bestrahlungsfeld von 1,3 auf, dem ein mittlerer VG außerhalb von 0,38 gegenübersteht. Bei T.B. liegen mit einem mittleren VG innerhalb von 0,83 und einem mittleren VG außerhalb von 0,06 die Verhältnisse innerhalb/außerhalb ähnlich.

Die Tendenz, daß es nach einer Zeit von mehr als 2 Jahren nach der Radiatio keinen Unterschied mehr macht, ob die Zähne innerhalb oder außerhalb des Bestrahlungsfeldes lagen, zeigt sich gut an folgenden Fällen:

Patient F.A., 29 Monate seit Bestrahlung, Dosis 60 Gy HD, alle 4 großen Speicheldrüsen im Feld, alle Zähne außerhalb des Feldes, mittlerer VG=1,21.

Patient K.H., 42 Monate seit Bestrahlung, Dosis 60 Gy HD, alle 4 großen Speicheldrüsen im Feld, Zähne innerhalb des Feldes mit einem mittlerem VG=1,0, Zähne außerhalb des Feldes mit einem mittlerem VG=1,0.

Damit weisen beide Patienten ähnliche Verschlechterungswerte auf, egal welche Lagebeziehung zum Bestrahlungsfeld die Zähne haben.

Bei manchen Patienten, vor allem wenn die Bestrahlung noch nicht allzu lange zurücklag, sind die Unterschiede zwischen den Schäden innerhalb und außerhalb des Bestrahlungsfeldes so groß, daß man in Hinsicht auf den Ausgleich nach 2-3 Jahren sogar zu dem Schluß kommen kann, daß der hauptsächliche kariöse Schaden in der Anfangszeit durch direkte Wirkung der ionisierenden Strahlen an den Zähnen verursacht wird, wobei die Schäden durch Mund-

trockenheit erst später hinzukommen. Diese Hypothese könnte Gegenstand einer weiteren Untersuchung sein.

Fleming (22) stellte fest, daß es trotz gleicher Vorbedingungen hinsichtlich des Verlustes wichtiger Kariesresistenzfaktoren, die im Zusammenhang mit der strahleninduzierten Mundtrockenheit stehen, Patienten gibt, die keine kariogene Mundflora beherbergen und auch keine Karies aufweisen. Derartige Kariesresistenz konnten auch wir an einigen Patienten beobachten. So trat bei Patient A.G. 17 Monate nach Bestrahlungsende ein durchschnittlicher VG aller Zähne von nur 0,2 auf. Der Patient S.F. war nach eigenen Angaben seit 10 Jahren nicht mehr beim Zahnarzt, auch vor der Bestrahlung fand keine Sanierung statt (weshalb hier kein VG angegeben werden kann). Bei ihm fanden sich von insgesamt 30 Zähnen nur 5 leicht kariöse. Die Bestrahlung lag 5 Monate zurück. Auch Patient G.H. weist erstaunlich geringen Kariesbefall auf. Nach eigenen Angaben lag der letzte Zahnarztbesuch 20 Jahre zurück, vor der Radiatio erfolgte keine Sanierung. 35 Monate nach der Bestrahlung hätten 11 kleine Füllungen und 2 Kronen sicherlich ausgereicht, um seine 26 Zähne vollständig zu versorgen. Alle 3 Patienten erhielten eine Herddosis von 66-70 Gy bei bilateraler Bestrahlung der Kieferregion, wobei sich alle 4 großen Mundspeicheldrüsen im Feld befanden. Die Ernährung der Patienten S.F. und G.A. war ausgewogen mit vielen stark zuckerhaltigen Speisen, bei G.H. unausgewogen mit wenig Zucker. Die Zahnpflege wurde bei allen 3 Patienten mit "mittelmäßig bis schlecht" bewertet. Den dreien war jedoch eines gemeinsam: Sie hatten die hohen Strahlungsdosen subjektiv wesentlich besser vertragen, als man dies bei anderen Patienten beobachten kann. Keiner von ihnen klagte über starken Gewichtsverlust nach der Bestrahlungstherapie (wohl aber über Mundtrockenheit und Verlust des Geschmacksinnes) und alle 3 strahlten im Gegensatz zu anderen Patienten ein hohes Maß an Lebensfreude und Aktivität aus. Dies läßt mutmaßen, daß die Kariesanfälligkeit doch in höherem Maße von den Abwehrkräften (physisch wie psychisch) abhängig sein könnte, als dies bisher Beachtung gefunden hat. Auch die der Strahlenkaries sehr ähnliche (wenn nicht sogar mit ihr identische) Karies, die in der Folgezeit nach immunsuppressiver und myelosuppressiver Chemotherapie beo-

bachtet wird, führt man ja ursächlich auf die geschwächte Abwehr zurück (1,22). Hier wären weitere Forschungen sicherlich sinnvoll.

Der Vergleich zwischen Ernährung und Verschlechterung der Zähne erbrachte zwar kein statistisch signifikantes Ergebnis, jedoch läßt sich die Tendenz erkennen, daß sich ausgewogen Ernährende geringere Zahnschäden aufweisen, als diejenigen, die nicht auf tägliche Zufuhr von vitamin-, mineralstoff- und proteinreicher Nahrung achteten. Einige Patienten ernährten sich bis zu einem Jahr nach Beendigung der Bestrahlung nur von "Fresubin flüssig" (Fresenius AG Bad Homburg) und weichem Brot. "Fresubin flüssig" enthält in 100 ml insgesamt 13,8 g. Kohlenhydrate, von denen je nach Geschmacksrichtung auf Glukose 0,1-0,3 g.
Maltose 0,3-0,4 g.
Saccharose 3,0-4,5 g.
Laktose 0,01 g.
Polysaccharide 8,9-10,2 g.entfallen.

Auch in der Literatur wird ja die Umstellung des Patienten auf eine sehr weiche, kohlenhydratreiche Kost häufig als mitursächlich für das Entstehen der Strahlenkaries diskutiert (siehe Einleitung). Der Zuckerkonsum nahm in unserer Untersuchung keinen erkennbaren Einfluß auf die Schädigung der Zähne. (Siehe Abb.Nr.11a und 11b,S.45/46.)

Auch bei der Zahnpflege ließ sich keine Korrelation mit der Zahnverschlechterung feststellen. Dies liegt hier wohl vorwiegend daran, daß die Zähne zum überwiegenden Teil schlecht geputzt wurden. Zum anderen zeigt dies, daß man das gesamte Patientenkollektiv hinsichtlich der Zahnpflege relativ einheitlich beurteilen kann, so daß sich dieser Einflußfaktor bei der statistischen Bewertung vernachlässigen läßt.

An dieser Stelle soll nun auf die Unsicherheitsfaktoren der erhaltenen Bewertungen in dieser Arbeit eingegangen werden. Viele Daten, die z.B. die Ernährung und die regelmäßige Zahnpflege betreffen, konnten nur anamnestisch erhoben werden. Obgleich die Angaben in vielen Fällen der Wahrheit entsprechen dürften, war doch zu erkennen, daß einige Patienten den behandelnden Ärz-

ten nur wenig Einblick in ihre Lebensweise gewähren wollen, gerade was Rauchen, Trinken und Mundpflege betrifft. In diesem Licht betrachtet, sind die gemachten Angaben vielleicht oft mehr dem angeglichen, was man allgemein für gesund und wünschenswert hält, als dies in Wirklichkeit der Fall ist. Vor allem bei den Angaben zur Zahnpflege fanden wir teils krasse Unterschiede zwischen Patientenangaben und dem Mundbefund. Zur Bewertung wurde daher primär das sich dem Untersucher bietende Bild der Mundhygiene herangezogen, wobei die Patientenaussagen nur zur Abrundung des Erscheinungsbildes dienten. Andererseits darf hier nicht unerwähnt bleiben, daß viele Patienten teilweise stundenlang auf ihre Tumornachkontrollen warten müssen und daher vor der zahnärztlichen Befunderhebung selbst mitgebrachte Speisen zu sich nahmen. Zusammen mit der starken Mundtrockenheit, die ein Verkleben der Speisen mit den Zähnen bewirkt, erschwerte dies die Befundung erheblich.

Einige Patienten zeigten sich unwillig, sich dieser Studie zur Verfügung zu stellen, da durch Befragung und Untersuchung sowie Röntgendiagnostik ihre ohnehin langen Wartezeiten für die Tumorroutineuntersuchungen erheblich verlängert wurden. Zwei Patienten verweigerten dann auch die zahnärztliche Untersuchung.

Auch die Bewertung der Zahnschadigungsgrade war in manchen Fällen schwer. Die Entscheidung, ob ein Zahn zu füllen, zu überkronen, oder gar schon extraktiosreif war, wurde meist nur anhand der Sondierung getroffen. Die Übersichtsaufnahmen (OK- und UK-Panoramix, sowie das Orthopantomogramm) lassen oft keine verlässlichen Aussagen über Tiefe und Ausdehnung der Karies zu. Ein Röntgenstatus mit Einzelaufnahmen, oder einer Serie von Bißflügel- und Verlaufsaufnahmen hätten vom Zeitaufwand her den Klinikbetrieb zu sehr behindert.

Wenn in der Zeit zwischen Bestrahlungsende und der Untersuchung für diese Studie ein Zahn bereits überkront worden ist, war es in einzelnen Fällen nicht ganz klar, ob dies wegen kariöser Schäden geschehen war, oder einfach weil dringend benötigter Zahnersatz mittels Kronen, Teleskopen und Geschieben verankert werden sollte. In unklaren Fällen wurden diese Zähne dann jedoch nicht mit in die Bewertung genommen. Auch erfolgte in einem Fall eine

Zahnüberkronung wegen starker Abrasion der Zähne, wobei auch diese nicht mitgewertet wurden. Wo Zahnextraktionen aus anderen Gründen als durch kariöse Zerstörung geschehen waren (z.B. wegen Hypersensibilität) wurde auch dies berücksichtigt, jedoch können auch hier Ungenauigkeiten aufgetreten sein, die in den unvollständigen Aufzeichnungen der behandelnden Zahnärzte hinsichtlich Diagnose des zu extrahierenden Zahnes zu suchen sind.

Wenn dann der Zahnstatus des Patienten mit jenem vor der Radio-
tatio verglichen wurde, waren wir auch meist auf die Aussagen der behandelnden Zahnärzte und ihre Aufzeichnungen angewiesen. So stellten wir uns in einigen Fällen die Frage, ob die Sanierung des Patientengebisses in unserem Sinne vollständig und gründlich war. Dieser Faktor wirkt sich freilich auf die Bewertung der Verschlechterungsgrade aus, die ja einen Vergleich des Zahnschadens zum Zeitpunkt unserer Untersuchung mit dem Status nach der zahnärztlichen Sanierung vor der Bestrahlung darstellen.

Bei einzelnen Patienten war die Sanierung zum Zeitpunkt der Bestrahlung nicht abgeschlossen, oder wurde nach der Befunderhebung gar nicht erst angegangen, da die Patienten nicht mehr bei ihren Zahnärzten erschienen. Das Schadensausmaß vor der Bestrahlung wurde dann mit Hilfe der Aussagen der behandelnden Zahnärzte ermittelt, wobei natürlich hier von den Kollegen nicht genaue Angaben über kariöse Zahnflächen notiert wurden, da sich das wahre Ausmaß des Schadens sowieso bei der vorzunehmenden Behandlung zeigt. Es konnten hier nur die Beurteilungen herangezogen werden, ob der Zahn für Füllung, Überkronung, oder Extraktion vorgemerkt war.

Bei zwei Patienten wurde die anstehende Füllungstherapie wegen sofort notwendiger Radiatio unterbrochen. Die Zähne waren ca. 1 bis 1,5 Jahre nach der Bestrahlung so stark zerstört, daß sie extrahiert werden mußten. Da die genaue Schädigung der Zähne vor der Bestrahlung nicht in Erfahrung gebracht werden konnte, wurde hier ein Schädigungsgrad (SG) von 2 (=Füllung notwendig) bis 3 (=Überkronung notwendig) angenommen und die Zähne mit der Wertung SG=2,5 in die Studie mitaufgenommen. Für eine eventuelle weitere Untersuchung dieser Art wäre es zur Vermeidung all der oben angeführten Unsicherheitsfaktoren sicher besser, die Befunderhebung

vor und Kontrolluntersuchungen nach der Bestrahlung (möglicherweise in vierteljährlichen Abständen) in die Hand desselben Untersuchers zu legen.

Ich möchte diesen Diskussionsteil nicht beenden, ohne noch einmal auf die Gründe für die geringe Zahl geeigneter Fälle für diese Studie einzugehen.

Obgleich in der radiologischen Klinik des Klinikums Großhadern viele Patienten im Hals- und Kopfbereich bestrahlt werden, sind doch nur wenige zum Zeitpunkt der Radiatio noch bezahnt. Dies mag einerseits am Patientenkollektiv selbst liegen, das meist auf Mundhygiene nie besonderen Wert gelegt hat und so schon frühzeitig den Großteil seiner Zähne verloren hat. Zum anderen mag es vielleicht doch auch an der Tendenz liegen, lieber zu viel, als zu wenig Zähne aus dem zur Bestrahlung vorgesehenen Mund zu entfernen. Dies ist sicher im Hinblick auf die drohende Gefahr einer Osteoradionekrose mit ihren schweren Folgen richtig, jedoch sind die Bemühungen, die Patienten vor der Strahlenkaries zu schützen praktisch null. Nur zwei Patienten bekamen während der Bestrahlungszeit Fluorgel verschrieben, das sie in die Zähne einbürsten sollten. Eine ausreichende Schutzmaßnahme wäre jedoch das tägliche Aufbringen von Natriumfluorid mittels vor der Radiatio gefertigter individueller Carrier auf die Zahnreihen. Ein Kariespräventivprogramm würde bestimmt auch den Kieferchirurgen die Entscheidung erleichtern, mehr Zähne im Mund der Patienten zu belassen. Zudem ist die Zahnlosigkeit kein Schutz vor der gefürchteten Osteoradionekrose (7). Auf der geschädigten Schleimhaut aufsitzende Prothesen führen zu Druckstellen, die wiederum Eintrittspforten für Infektionen des Knochens bilden. Wenn zu den durch Strahlenbelastung und Mundtrockenheit auftretenden Schwierigkeiten noch die Zahnlosigkeit hinzutritt, sind starke Gewichtsverluste nicht weiter erstaunlich. Auch sollte bedacht werden, daß der im Mundbereich bestrahlte Prothesenträger immer ein Problempatient ist, da der mangelnde Speichelfluß einen schlechten Prothesenhalt mit sich bringt. So liegt es im Interesse des Patienten wie auch der behandelnden Ärzte, ein Kariespräventivprogramm aufzustellen. Sicherlich ist der Einwand gerechtfertigt, daß durch die bekannte Unzuverlässigkeit gerade

der Kopf- Halstumorpatienten, die sich ja schon allein im Erscheinen zu den regelmäßigen Tumornachsorgeuntersuchungen zeigt, der Erfolg einer solchen, tägliche Mitarbeit erfordernden Maßnahme zweifelhaft ist. Dennoch sollte der Versuch unterstützt von entsprechender Aufklärung und Motivation des Patienten gemacht werden und sei es nur im Rahmen einer weiteren Studie zum Thema Strahlenkaries.

ZUSAMMENFASSUNG

An 39 Tumorpatienten der Radiologischen Klinik des Universitätsklinikums Großhadern, die im Kopf- Halsbereich mit hohen Dosen ionisierender Strahlung behandelt worden sind, wurde im Zeitraum zwischen 3 Monaten und 3,5 Jahren nach Bestrahlungsende eine zahnärztliche Untersuchung hinsichtlich der kariösen Zerstörung der Zähne durchgeführt. Den Ursachen für auftretende Unterschiede zwischen den einzelnen Patienten wurde nachgegangen, indem die Lage der einzelnen Zähne und der Mundspeicheldrüsen zum Bestrahlungsfeld untersucht wurde und Daten über Ernährungsgewohnheiten, Mundpflege und Allgemeinzustand der Patienten anamnestisch erhoben wurden.

Für die Auswertung wurde das Patientenkollektiv abhängig von der verstrichenen Zeit seit Ende der Bestrahlung in drei Gruppen unterteilt. Gruppe 2 (Bestrahlungsende vor 1-2 Jahren) zeigte dabei hoch signifikant eine stärkere kariöse Zerstörung der innerhalb des Bestrahlungsfeldes gelegenen Zahnhartsubstanzen als derjenigen außerhalb des Feldes. Dies war auch bei Gruppe 1 (Bestrahlungsende vor 5 Monaten bis 1 Jahr) zu beobachten, jedoch konnte hier keine Signifikanz nachgewiesen werden.

Bei der Gruppe 3 (Bestrahlungsende vor mehr als 2 Jahren) konnten wir keine unterschiedliche Verschlechterung zwischen den Zähnen innerhalb und außerhalb des Bestrahlungsfeldes mehr feststellen.

Aus klinischer Sicht kann dieses Ergebnis zum einen auf die durch die Bestrahlung zusätzlich zur Mundtrockenheit erzeugten trophischen Störungen der den Zahn umgebenden Gewebe, des Zahnhalteapparates und letztlich natürlich der für die Versorgung der Zahnhartsubstanzen verantwortlichen Zahnpulpa zurückgeführt werden. Dies führt zur schnelleren kariösen Zerstörung durch kariogene Mikroorganismen.

Zum anderen ist in den unbestrahlt gebliebenen Regionen des Mundes die bestrahlungsinduzierte Ausschaltung der Speicheldrüsen hauptursächlich für die Strahlenkaries, die hier jedoch langsamer voranschreitet.

Die Untersuchung der Ernährungsgewohnheiten ergab, daß Patienten mit ausgewogener Ernährung weniger kariös zerstörte Zähne

zeigten, wobei für dieses Ergebnis keine Signifikanz zu erhalten war.

Die möglichen Ursachen für die erhaltenen Ergebnisse wurden diskutiert, ein Überblick über die internationale Literatur zu diesem Thema wurde gegeben.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1.) Baker, D.G.: The radiobiological basis for tissue reactions in the oral cavity following therapeutic X-Radiation. Arch. Otolaryngol., Vol.108, 1982, S.21-24.
- 2.) Bergonie, J., E. Speder: Sur quelques formes de reactions precoces apres des irradiations rontgen. Arch. elektr. Med. 19, 1911, S.241-245.
- 3.) Berman, C.L., R.A. Jaffin: Radiation caries. J. Am. Dent. Assoc., 104(6), 1982, S.814-816.
- 4.) Beuncer, J., T. Curtis, R.E. Harrison: Radiation therapy of the oral cavity: sequelae and management. Part 2. Head Neck Surg. 1, 1979, S.392-408.
- 5.) Bowen, W.H., L. Thomson, W. Little, W. Cole, M.F. Swain, P.H. Englander: The effects of irradiation on dental caries in primates (M. mulatta). Caries research 12, 1978, S.112, Abstract.
- 6.) Braham, R.L.: Intraoral problems associated with head and neck irradiation for malignant disease in children and adolescents. The Practitioner 225, 1981, S.1309-1314.
- 7.) Britt, M.R.: A role of dentistry in managing the oronasopharyngeal irradiated cancer patient. Henry Ford Hosp. Med. J., 29(3), 1981, S.131-136.
- 8.) Brown, L.R., S.A. Dreizen, S. Handler, D.A. Johnston: Effect of radiation-induced xerostomia on human oral microflora. J. Dent. Res., 54, 1975, S.740-750.
- 9.) Brown, L.R., P.A. O'Neill, S. Dreizen, S.F. Handler, L.J. Riggan, D.H. Perkins: Relationship between saliva and serum agglutination titers and post-irradiation caries activity in cancer patients. J. Dent. Res., 60(1), 1981, S.10-18.
- 10.) Carl, W.: Oral and dental care for cancer patients receiving radiation and chemotherapy. Quintessenz Int., 12(9), 1981, S.861-869.
- 11.) Carl, W.: Oral complications in cancer patients. Am. Fam. Physician, 27(2), 1983, S.161-170.
- 12.) Caudill, R.F.: Periodontal care for cancer patients. LDA-Journal, 42(1), 1984, S.13-15.
- 13.) Coutard, H.: Sur les delais d'apparition et d'evolution des reactions de la peau, et des muqueuses de la bouche et du

pharynx, provoquées par les rayons X. Compt. rend. Soc. de biol., 86, 1922, S.1140-1141.

14.)Crawford,J.M., M.A.Taubmann, D.J.Smith: Minor salivary glands as a major source of secretory immunoglobulin A in the human oral cavity. Science, 192, 1975, S.1206-1209.

15.)Del Regato,J.A.: Dental lesions observed after röntgentherapy in cancer of the buccal cavity, pharynx, and larynx. Am.J.Roentgenol., 42, 1939, S.404-410.

16.)Dreizen,S.A., L.R.Brown, S.Handler, B.M.Levy: Radiation-induced xerostomia in cancer patients. Effect on salivary and serum electrolytes. Cancer, 38, 1976, S.273-278.

17.)Dreizen,S.A., T.E.Daly, J.B.Drane: Oral complications of cancer radiotherapy. Postgrad.Med., 61, 1977, S.85-92.

18.)Edgar,W.M., W.H.Bowen, M.F.Cole: Development of rampant dental caries, and composition of plaque fluid and saliva in irradiated primates. J.Oral Pathol., 10, 1981, S.284-295.

19.)Emilson,G., B.Nilsson, W.H.Bowen: Carbohydrate composition of dental plaque from primates with irradiation caries. Journal of Oral Pathology, 13, 1984, S.213-220.

20.)Engelmeier,R.L., G.E.King: Complications of head and neck radiation therapy and their management. The Journal of Prosthetic Dentistry, 49, 1983, S.514-522.

21.)Fitzgerald,R.J., P.H.Keyes: Demonstration of the etiologic role of streptococci in experimental caries in the hamster. JADA, 61, 1960, S.9-19.

22.)Fleming,T.J.: Use of topical fluoride by patients receiving cancer therapy. Current Problems in Cancer, Chicago III, 7(10), 1983, S.37-41.

23.)Gregory,W.B.: Effect of cobalt-60 radiation on the dental pulps of monkeys. Oral Surg., 39, 1974, S.279-286.

24.)Horiot,J.C., M.C.Bone, E.Ibrahim, J.R.Castro: Systematic dental management in head and neck irradiation. Int.J.Radiat.Oncol.Biol.Phys., 7(8), 1981, S.1025-1029.

25.)Horiot,J.C., S.Schraub, M.C.Bone, Y.Bain, J.Ramadier, G.Chaplain, N.Nabid, B.Thevenot, D.Bransfield: Dental preservation in patients irradiated for head and neck tumors: A 10-year experience with topical fluoride and a randomized trial between two fluoridation methods.

Radiotherapy and Oncology, 1, 1983, S.77-82.

26.)Hutton,J., T.Koulourides, L.Borden: Evaluation of cariostatic disciplines for postradiation caries. Caries Res., 16(5), 1982, S.390-397.

27.)Jaffe,N., B.B.Toth, R.E.Hoar, H.L.Ried, M.P.Sullivan, M.D.McNeese: Dental and maxillofacial abnormalities in long-term survivors of childhood cancer: effects of treatment with chemotherapy and radiation to the head and neck. Pediatrics, 73(6), 1984, S.816-823.

28.)Katz,S.: The use of fluoride and chlorhexidine for the prevention of radiation caries. J.Am.Dent.Assoz., 104, 1982, S.164-170.

29.)Keene,H.J., T.Daly, L.R.Brown, S.Dreizen, J.B.Drane, I.M.Horten, S.F.Handler, D.H.Perkins: Dental caries and streptococcus mutans prevalence in cancer patients with irradiation-induced xerostomia: 1-13 years after radiotherapy. Caries Res., 15(5), 1981, S. 416-27.

30.)Leist,M.: Experimentelle Untersuchung über die Einwirkungen der Röntgenstrahlen und des Radiums auf die zweite Dentition. Z.Stomat., 24, 1926, S.448-455.

31.)Leist,M.: Über die Einwirkung der Röntgenstrahlen und des Radiums auf Zähne und Kiefer. Strahlentherapie, 24, 1926, S.268.

32.)Markitziu,A., I.Heling: Endodontic treatment of patients who have undergone irradiation of the head and neck. Oral Surg., 52, 1981, S.294-298.

33.)Markitziu,A., M.Sela, A.A.Garfunkel: Approach to dental treatment for irradiated patients. Israel Journal of Dental Medicine, 29(3), 1983, S.13-22.

34.)Moss,W.T., W.N.Brand, H.Battifora: The oral cavity, oropharynx, and salivary and mucous glands. In: Radiation Oncology: Rationale, technique, results. 5.ed., St.Louis: Mosby, 1979, S.83-146.

35.)Osswald,M.: Electron microscopic studies of teeth irradiated with ultrahard radiation. Dtsch.Stomatol., 11, 1961, S.885-863.

36.)O'Neill,P.A., L.R.Brown, S.Dreizen, L.J.Riggan, S.F.Handler, D.H.Perkins: Immunoglobulin class of agglutinins to oral microorganisms in post-irradiation cancer patients. J.Dent.Res., 60(9), 1981, S.1639-1647.

- 37.) Renggli, H.H., H.R. Mühlemann, K.H. Rateitschak: Parodontologie. 3. Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 1984.
- 38.) Ritchie, J., L.R. Guerra, A. Broxson: Dental care for the irradiated cancer patient. Journal of the Louisiana Dental Association, 41(1), 1983, S.14-15.
- 39.) Scherp, H.W.: Dental caries: Prospects for prevention. Science, 173, 1971, S.1199-1205.
- 40.) Shafer, W.G., M.K. Hine, B.M. Levy: A Textbook of Oral Pathology. 3.ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1974.
- 41.) Shannon, I.L., E.J. Edmonds: Effect of fluoride concentration on rehardening of enamel by a saliva substitute. Int.Dent.J., 28, 1978, S.421-426.
- 42.) Sonnabend, E., M. Meyer: Klinische und röntgenologische Untersuchungen über die Karies 15- bis 30-jähriger Probanden. Zahnärztliche Praxis, 21, Nr.3 (S.25-28), Nr.4 (S.43-46), Nr.5 (S.57-59), 1970.
- 43.) Sonnabend, E.: Strahlenschäden an Zähnen und Kiefer. In: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie. Band 8, Georg Thieme Verlag, 1962.
- 44.) Tatum, R.C., R. Daniels: The correlation of radiotherapy to salivary gland reduction and increased caries incidence: a caries control method. Quintessence Int., 13(1), 1982, S. 9-11.
- 45.) Toljanic, J.A., V.W. Saunders: Radiation therapy and management of the irradiated patient. J.Prosthet.Dent., 52(6), 1984, S.852-858.
- 46.) Vahlsing, H.L., E.R. Feringa, A.G. Britten: Dental abnormalities in rats after a single large dose of cyclophosphamide. Cancer Res., 35, 1975, S.2199-2202.
- 47.) Von Graevenitz, A.: The role of opportunistic bacteria in human disease. A.Rev.Microbiol., 31, 1977, S.447-471.

ANHANG

FRAGEBOGEN

Datum: _____

I. Patient

Name:

geb.:

Wohnung:

Tel.:

Hausarzt:

II. Tumor und Bestrahlung

Art des Tumors und Lokalisation:

Tumorstadium:

Bestrahlungsende am:

Bestrahlungsfeld(er):

Bestrahlungsdosis:

Dosiert auf ____ %-Isodose:

An welchem Punkt wurde die Dosis erreicht ?:

Strahlenart:

III. Anamnese

a.) Ernährung:

Ernähren Sie sich hauptsächlich von frischen Nahrungsmitteln, oder häufig aus Konserven ?:

frisch:____ Konserven:____

Ernähren Sie sich täglich von Fleisch, Milchprodukten, oder anderen eiweißreichen Nahrungsmitteln ?:

ja:____ nein:____

Ernähren Sie sich täglich von Gemüse, Salat, Früchten oder sonstigen vitamin- und mineralstoffreichen Nahrungsmitteln ?:

ja:____ nein:____

Essen Sie täglich stark zuckerhaltige Speisen wie Schokolade, Kuchen, Marmelade, Honig, Bonbons, Limonade etc.?:

ja:____ nein:____

Hat eine Ernährungsumstellung stattgefunden?:

ja:___ nein:___

Wenn ja, vor:___, während:___, nach:___ der Bestrahlung ?

In welcher Weise wurde die Ernährung geändert ?:

Nahmen oder nehmen Sie Medikamente (z.B. im Zuge einer Chemotherapie), die ihren Allgemeinzustand und/oder ihren Ernährungszustand reduzier(t)en ?:

ja:___ nein:___

Wenn ja, vor:___, während:___, nach der Bestrahlung ?

Name des Medikamentes:

Trinken Sie regelmäßig Alkohol ?:

ja:___ nein:___

Wenn ja, wie oft und in welchen Mengen ?:

b.) Mundhygiene

Sind Sie von Ihrem behandelnden Arzt und/oder Strahlentherapeuten auf die möglichen Schäden an ihren Zähnen durch die Bestrahlungstherapie hingewiesen worden ?

ja:___ nein:___

b.1) Mundpflege vor der Bestrahlung

Wie oft haben Sie vor der Bestrahlung ihre Zähne geputzt ?:

Täglich: 1x___, 2x___, 3x___, öfter:___;

vor:___, nach:___ den Mahlzeiten ?

Nicht täglich:___

Haben Sie vor der Behandlung fluorhaltige Zahncreme verwendet ?:

ja:___ nein:___

b.2) Mundpflege während der Bestrahlung

Wie oft haben Sie ihre Zähne während der Bestrahlung geputzt ?:

Täglich: 1x___, 2x___, 3x___, öfter:___;

vor:___, nach:___ den Mahlzeiten ?

Nicht täglich:___

Haben Sie zusätzlich Fluorgel verwendet ?:

ja:___ nein:___

Andere Maßnahmen zur Kariesprophylaxe:

Haben Sie ihre Schleimhäute mit Kamillentee/Salbeitee gespült ?:

ja:___ nein:___

b.3) Mundpflege nach abgeschlossener Bestrahlungstherapie

Wie oft putzen Sie ihre Zähne seit Ende der Bestrahlung ?:

Täglich: 1x:___, 2x___, 3x___, öfter:___;

vor:___, nach:___ den Mahlzeiten ?

Nicht täglich:___

Benutzen Sie fluorhaltige Zahncreme ?:

ja:___ nein:___

Benutzen Sie Fluorgel ?:

ja:___ nein:___

Andere Maßnahmen zur Kariesprophylaxe (z.B. Zahnseide, Mund-
dusche etc.)?:

IV. Befund

Allgemeinzustand:

Ernährungszustand:

Körpergröße:___cm; Gewicht:___kg;

a.) Zähne

Zahnbefund:

																Abrasion + -	
																vital - mortal - 0 keine Pr.	
																Lockerungsgrade I - III	
																frei! Zahnhäse mm	
																Zahnfleischtaschen über 3 mm Tiefe	
																Oberkiefer	
																Unterkiefer	
																Zahnfleischtaschen über 3 mm Tiefe frei! Zahnhäse mm	
																Lockerungsgrade I - III	
																vital - mortal - 0 keine Pr	
																Abrasion + -	

Zeichenerklärung siehe Einlegeblatt

Besonderheiten:

(Hypoplasien, keilförmige Defekte, Abrasionsmarken)

Zahnpflege:

(Eindruck des Behandlers)

Gingiva propria:

(bläß rosa, hochrot, bläur, lokalisiert an, generell; Papillenbild, Aphthen)

Mundhöhlenschleimhaut:

Speichel

(reichlich; spärlich; dünnblässig, viscos)

Zeichenerklärung Zahnschema

Karies		Wurzelrest, tiefzerst. Zahn		überkronter Zahn
vitale Reaktion		opac. Erkrankung		Stiftzahn
Fehlen der vital. Reaktion		Füllung, Wurzelfüllung		Brücke
kein eindeutiger Befund		Wurzelspitzenresektion		Zahn im Durchbruch
fehlender Zahn				

Zeichenerklärung Zahnlockerung

0	= physiologische Beweglichkeit;
1	= Lockerung fühlbar
2	= Lockerung sichtbar
3	= bewegbar auf Lippen- und Zungendruck oder in axialer Richtung

a.1) Zähne vor der
Bestrahlung

a.2) schraffiert: Zähne, die
im Bestrahlungsfeld lagen

a.3) unschraffiert: Zähne, die
nicht im Bestrahlungsfeld
lagen.

Zahn	Schadigungsgrade				Zahn (Dosis)	Schadigungsgrade				Vorsicht tönung
	4	3	2	1		4	3	2	1	
18					18					
17					17					
16					16					
15					15					
14					14					
13					13					
12					12					
11					11					
21					21					
22					22					
23					23					
24					24					
25					25					
26					26					
27					27					
28					28					
38					38					
37					37					
36					36					
35					35					
34					34					
33					33					
32					32					
31					31					
41					41					
42					42					
43					43					
44					44					
45					45					
46					46					
47					47					
48					48					

b.) Parodontien

	vor Bestrahlung	nach der Bestrahlungstherapie	
		innerhalb des Bestrahlungsfeldes gelegen	außerhalb des Bestrahlungsfeldes gelegen
1.) ohne pathologischen Befund			
2.) entzündet im Sinne einer Parodontitis marginalis superfic.			
3.) entzündet mit patholog. Taschen über 3mm Tiefe			
4.) entzündet mit tiefen Taschen und röntgenolog. erkennbarem Knochenabbau			

c.) Speicheldrüsen

Lag eine Ohrspeicheldrüse voll im Bestrahlungsfeld ?:

ja:___ nein:___ nur zum Teil:___

Wenn ja, welche Seite ?:

rechts:___ links:___

Lagen beide Ohrspeicheldrüsen voll im Bestrahlungsfeld ?:

ja:___ nein:___ nur zum Teil:___

Lag eine Glandula submandib. voll im Bestrahlungsfeld ?:

ja:___ nein:___ nur zum Teil:___

Wenn ja, welche Seite ?:

rechts:___ links:___

Lagen beide Glandulae submandib. voll im Bestrahlungsfeld ?:

ja:___ nein:___ nur zum Teil:___

d.) Sonstige Schäden (Knochen, Schleimhäute, Kiefergelenke)

Röntgenologisch erkennbare Knochendestruktionen (Osteoradionekrosen) im Bestrahlungsgebiet ?:

ja:___ nein:___

Bestehen Schleimhautläsionen im Bestrahlungsgebiet ?:

Atrophie:___ Ulcus:___

— Kiefergelenke:

Schmerzsymptome:

Rechts

Links

Beginn

Häufigkeit

(tageszeitl. Verteilung)

Bereich

(Gelenkregion, Ohrenscherzen)

Knacken oder Reibegeräusche:

initial

intermittierend

terminal

Muskeluntersuchung:

m. masseter

(Weichheit, Verspannung, Schmerzen)

m. temporalis

m. pteryg. lat.

Unterkieferbewegungen:

Palpation der Gelenke

(Stellung des Köpfchens: retrudiert, Stellung re-li)

Beweglichkeit

(Vorschub, Seitwärtsbewegung re — li)

Mittellinienverschiebung

Mundöffnung eingeschränkt

2.3.3 röntgenologisch

(Spongiosa-Zeichnung, Sklerosierung, Knochenabbau gemessen an der Wurzellänge, Pulpenausdehnung, Karies, besondere Wurzelverhältnisse, Periodontalspalt, apikale Veränderungen)

LEBENS LAUF

Der Verfasser der vorliegenden Dissertation, Klaus Gundacker, wurde am 14. Juli 1959 in München geboren. Er besuchte von 1965 bis 1969 die " Volksschule an der Herterichstraße " in München, wechselte nach bestandener Aufnahmeprüfung 1969 in das neu-sprachliche Gymnasium " Katholisches Familienwerk Pullach " bei München und beendete seine Schulzeit 1978 mit dem Abitur.

Im Wintersemester 1978/79 begann er mit dem Studium der Zahnheil-kunde an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Physikum im Wintersemester 1980/81, Staatsexamen im Wintersemester 1984/85. Seit Februar 1986 arbeitet er als Ausbildungsassistent in einer freien zahnärztlichen Praxis in München.

An dieser Stelle möchte ich folgenden Personen für ihre Unterstützung bei dieser Arbeit danken:

Herrn Prof. Dr. Lissner, der mir das Thema dieser Arbeit überließ und mich als Doktorvater betreute,

Herrn Oberarzt Dr. Willich, der mir jederzeit engagiert und mit Rat und Tat zur Seite stand,

Herrn Zwingers vom Biometrischen Zentrum für Therapiestudien (BZT) in München für die geduldige statistische Betreuung, sowie den diensttuenden Ärzten und Schwestern der Tumorsprechstunde in der HNO-Poliklinik im Klinikum Großhadern, die mich vielfach in meinen Recherchen unterstützten.

